COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
DE

L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANTE-SIXIÈME

ANNÉE 1960

N° 9. — Séances des 11 et 18 mai 1960

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

18, RUE DE BELLECHASSE, 18

(7e Arrt) — Invalides : 10-37

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous Louis XV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(*Suite page III*)

SÉANCE DU 11 MAI 1960

Présidence de M. LETARD

LE GROUPEMENT DES INDUSTRIELS-AGRICULTEURS ET LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE SES ÉTUDES (*)

M. Louis Blanc. — Messieurs, permettez-moi d'abord de vous dire combien je suis honoré d'avoir été invité à prendre la parole devant votre docte compagnie, pour vous entretenir du Groupement des Industriels-Agriculteurs.

Je me propose de vous exposer ce qu'il est, ce que sont ses objectifs, quelles sont ses idées directrices et les réalisations auxquelles il est parvenu jusqu'ici.

I. — Formation du Groupement

Son origine est due à un de ces rapprochements inattendus de deux idées paraissant étrangères l'une à l'autre, qui sont à la base de beaucoup d'inventions et de découvertes. Me Henri Noilhan en a eu l'inspiration, il y a un peu plus de trois années, en répondant à une question posée par un industriel, à l'issue d'une conférence qu'il venait de prononcer sur l'agriculture. Une annonce mise ensuite dans la presse suffit à rassembler les quelques personnes constituant le noyau du Groupement. Son développement rapide montre que sa création répondait à une utilité certaine.

Il rassemble, en principe, des industriels, mais il n'exclut pas les autres activités. Ce ne sont pas des hommes d'affaires qui voient en la culture un agréable passe-temps, sans regarder à la dépense, mais des personnes qui ont un goût profond pour l'agriculture et qui s'y adonnent depuis un certain nombre d'années.

II. — Objectifs du Groupement

Le Groupement se propose de faire bénéficier l'agriculture, dans les domaines culturel, économique et social, où elle est très en retard, de l'expérience que ses membres ont pu acquérir dans une autre branche d'activité.

III. — Idées directrices du Groupement

Pour orienter nos études nous nous sommes appuyés sur l'expérience vécue par un propriétaire qui, après avoir affermé ses terres pendant de longues années, au cours desquelles il a pu acquérir, de ce point de vue, de solides connaissances agricoles, décide, un jour, de pratiquer le faire-valoir direct.

D'esprit réaliste, il se propose d'organiser son exploitation suivant les principes mêmes qui lui ont permis de réussir dans ses entreprises industrielles, mais il ne tarde pas à aller de surprise en surprise.

(*) Sur l'invitation du Bureau, cette communication est présentée par M. Louis Blanc, ancien élève de l'École polytechnique, président du Groupement des industriels-agriculteurs.

IV. — Les surprises d'un propriétaire qui passe au faire-valoir direct

a) *Le montant des investissements primitifs.* — Son premier soin est de faire appel à un Conseil agricole qualifié, connaissant parfaitement la région et, en particulier, l'exploitation qu'il a décidé de faire fructifier directement.

Prenant comme point de départ ce qui a été fait avant lui, il établit l'assolement de ses terres, puis, mois par mois, le planing annuel des travaux culturaux; il en déduit la nature, le nombre et la puissance des engins qu'il convient d'acquérir à cet effet et le personnel nécessaire à leur mise en œuvre. Au prix d'achat de ce matériel, il ajoute celui du cheptel vif qui est traditionnellement entretenu sur la ferme et la somme qui constitue le fond de roulement. Une première surprise l'attend, en constatant que son addition atteint ou dépasse même la valeur des terres. Il l'avait bien entendu dire, mais il n'y croyait guère.

b) *Les déficits annuels.* — Il a soin d'ouvrir une comptabilité régulière qu'il fait superviser par le Centre d'Économie rurale auquel il s'est affilié. Il embauche un personnel qu'il paie à un prix normal, sans surenchère, il entretient ses bâtiments, sans dépenses somptuaires, il évite tout gaspillage. A la fin de l'exercice, nouvelle surprise : les recettes ne couvrent pas les dépenses. Pour combler la différence, il est obligé de rapporter de l'argent, contrairement à ce qui se passe dans son industrie.

c) *Le coût d'une « reconversion » des cultures.* — Bien entendu, il ne se résigne pas à subir passivement cette situation déficitaire. Il en recherche les causes en examinant de très près sa comptabilité et en comparant ses rendements à ceux de ses partenaires du Centre d'Économie rurale. Il lui apparaît que certaines cultures ne conviennent pas à ses terres, mais que, par contre, d'autres semblent y réussir. En conséquence, il entreprend une « reconversion » de son exploitation.

Une fois encore, il fait son addition, ce qui lui vaut une nouvelle surprise : il doit dépenser pour cette opération, qui paraît cependant bien simple, une somme comprise entre le tiers et la moitié de ses investissements primitifs.

Au bout de cinq à six ans, il a cependant la satisfaction de constater que ses recettes dépassent, enfin, légèrement ses dépenses.

V. — Enseignements tirés de cette expérience

Malgré toutes ses déceptions, notre propriétaire s'estime très heureux d'avoir pu combler ses pertes et faire face à ses investissements par ses propres moyens, tirés de ses autres activités. Il se dit que s'il n'avait pas bénéficié de ce rare privilège, il eût été dans l'impossibilité de « reconvertir » ses cultures car la charge des emprunts qu'il aurait pu contracter pour cet objet, n'aurait fait qu'aggraver sa situation.

De cette coûteuse expérience, il lui reste d'abord la conviction qu'il ne peut pas y avoir d'amélioration de la productivité sans un minimum de rentabilité.

D'autre part, depuis qu'il a adopté le faire-valoir direct, il a examiné chaque année les résultats financiers de 100 exploitations, présentés par son Centre d'Économie rurale. Celui-ci les synthétise sous la forme de ceux d'une exploitation théorique de 100 hectares, issue des exploitations considérées, par la pondération de leurs différents éléments.

Le classement, par résultats décroissants, de toutes ces exploitations lui a montré que la sienne se situait bien au dessous de la moyenne au cours des premières années et, qu'au contraire, après sa « reconversion » elle

arrivait presqu'à atteindre, malgré le faible excédent de ses recettes sur ses dépenses, le rendement de la ferme synthétique.

De ce rapprochement, il déduit que cette dernière est loin d'avoir une rentabilité satisfaisante. Or, elle représente des exploitations de grande étendue (de 220 ha en moyenne), très bien équipées, qui sont situées en Ile-de-France, c'est-à-dire dans une des meilleures régions de polyculture de notre pays et qui sont dirigées par des cultivateurs comptant parmi les plus avertis. Aussi est-il amené à conclure que ceux des prix agricoles qui sont fixés d'autorité par le Gouvernement (céréales, viande, lait, etc.) ne sont pas suffisamment rémunérateurs.

VI. — Les études du Groupement

Partant de ces considérations, le Groupement a d'abord examiné l'évolution relative des prix agricoles et des prix industriels de 1938 à fin 1959.

Puis, par l'étude des bilans, il a évalué le pourcentage dont il faudrait majorer les prix agricoles de polyculture pour que la rentabilité des exploitations fût du même ordre que celle des affaires industrielles équivalentes.

Le temps nous étant mesuré, nous nous bornerons à présenter l'aboutissement de ces études.

1° *Comparaison des prix agricoles et industriels.* — Pour établir une comparaison valable entre les prix agricoles et industriels, il convient de prendre comme point de départ une période où il existe entre eux un relatif équilibre, ce qui oblige à remonter à l'avant-guerre. Or, on se heurte immédiatement à une grosse difficulté qui est la suivante : si l'I.N.S.E.E. publie dans chacun de ses bulletins mensuels les indices des prix de gros industriels et des prix de gros alimentaires, base 100 en 1949, qu'il est aisé de rattacher à 1938, il s'est décidé seulement en 1955, à y insérer un indice des prix de gros agricoles dont il a calculé rétrospectivement la valeur de 1949, mais non celle de 1938.

Fort heureusement, le journal *La Vie française* a comblé cette lacune en publiant, depuis février 1950, un indice des « prix à la terre » qui s'entend des prix reçus par les agriculteurs.

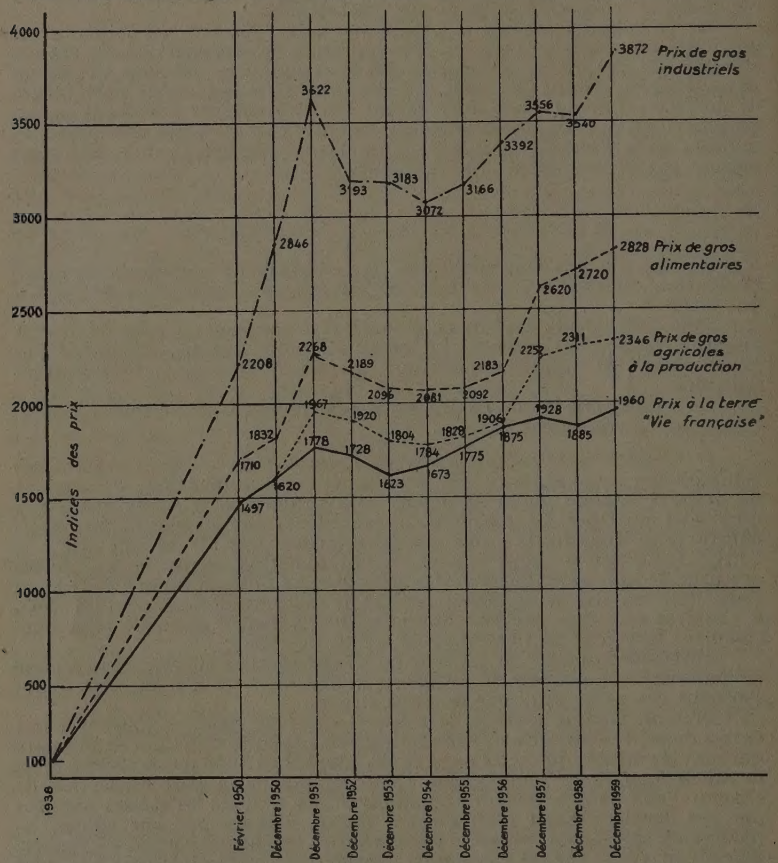
Prenant comme période de référence l'année 1938, ce journal a fait entrer dans la composition de son indice, des produits végétaux et animaux qui sont les mêmes que ceux qui ont été adoptés en 1955 par les Services de la Statistique. Leur pondération tient compte de la part respective de chacun d'eux dans le revenu national français, d'après les études publiées par ces derniers. C'est dire que cet indice, élaboré par une équipe de rédacteurs spécialisés, présente des garanties analogues à celles de l'indice officiel, en ayant sur lui l'avantage considérable d'être rattaché à la base de 1938.

L'examen comparatif des graphiques de variation de cet indice et de celui des prix de gros industriels montre que, depuis cette dernière date, les « prix à la terre » sont de plus en plus distancés par les prix industriels, les premiers atteignant, fin 1959, l'indice 1960, contre celui de 3 872 pour les seconds (*). Autrement dit, supposés partis à égalité en 1938, les prix industriels atteignent à l'heure actuelle une valeur double de celle des prix agricoles, de sorte que les agriculteurs ont perdu en vingt ans, sauf exception, la moitié de leur pouvoir d'achat lorsqu'ils veulent se procurer des produits en provenance de l'industrie.

2° *Pourcentage de majoration à faire subir aux prix agricoles.* — En ce qui concerne les bilans, nos études ont porté sur les résultats obtenus

(*) Voir graphiques page suivante.

LA DISPARITÉ DES PRIX AGRICOLES ET DES PRIX INDUSTRIELS



NOTA. — Nous nous sommes référés aux indices de décembre de chaque année plutôt qu'aux indices moyens annuels, car les premiers *sont publiés pour les quatre indices*, alors que les seconds n'ont pas été calculés par « la Vie française » pour son indice des prix à la terre.

pour un *propriétaire-exploitant*, par le Groupe d'exploitations de polyculture d'Ille-de-France dont nous avons déjà parlé.

Le « bénéfice » de la ferme synthétique de 100 hectares, qui n'est en réalité que le résultat d'un compte d'exploitation (différence entre les recettes et les dépenses majorées de l'amortissement normal du matériel), est de l'ordre de 220 NF à l'hectare. Si, en vue d'obtenir le bénéfice net, on ajoute au débit du compte, le salaire de l'exploitant correspondant à celui d'un chef de service industriel, l'impôt foncier et les taxes vicinales, un modeste amortissement des bâtiments de 2 p. 100 et un faible pourcentage de 3 p. 100 pour risques et aléas, la différence devient négative.

Il y a donc impossibilité de rémunérer le capital engagé qui est de l'ordre de 6 000 NF à l'hectare. Pour lui réserver 5 p. 100 d'intérêt, il eût fallu, fin 1958, majorer les prix des produits de cette ferme synthétique, en moyenne, de 30 p. 100 environ et, depuis cette date, les prix agricoles se sont encore dégradés de 5 à 8 p. 100.

Il apparaît donc nettement qu'on ne peut pas assurer, à la fois, à l'exploitant un salaire en rapport avec les responsabilités qu'il assume et une rémunération normale des capitaux engagés.

D'autre part, d'après ce que nous avons dit, le groupe d'exploitations en question peut être considéré comme un groupe témoin pour la fixation des prix français, en polyculture. Aussi, la majoration moyenne de 30 p. 100 nous paraît être le minimum à obtenir pour revaloriser les prix des produits nationaux de cette catégorie.

Conclusion

Tels sont, en résumé, les principaux résultats auxquels le Groupement des Industriels-Agriculteurs est parvenu jusqu'à ce jour. Il s'est attaché particulièrement à l'étude des prix car, à son sentiment, leur réajustement préalable est indispensable pour que les réformes prévues à longue échéance portent tous leurs fruits, ce qui ne peut pas avoir lieu si les exploitations agricoles ne possèdent pas un minimum de rentabilité.

En exprimant publiquement, en toutes franchise et impartialité, notre avis sur la situation injuste qui est faite à l'agriculture et qui la met en péril, nous avons conscience de défendre en même temps les intérêts de toutes les activités nationales qui sont solidaires les unes des autres, c'est-à-dire, tout simplement, les intérêts français.

M. Gillouard. — Mes chers Confrères, il m'est bien agréable d'entendre apporter à cette tribune le témoignage de tout ce que les praticiens savent déjà, et surtout de l'entendre apporter par un industriel.

Il est difficile, évidemment, de reprendre cette communication point par point, mais j'en ai noté quelques-uns au passage.

Vous avez dit qu'il conviendrait que les produits agricoles soient augmentés de 30 p. 100, pour réaliser un rajustement avec les produits industriels et pour réaliser un standard de vie agricole analogue au standard de vie industriel.

Croyez bien que, dans l'agitation actuelle des agriculteurs, les prétentions sont infiniment moindres. Tout ce que nous demandons c'est un rajustement des prix agricoles, en particulier pour les produits touchés par le Marché commun avec lequel nous devrons nous aligner dans un avenir très prochain. Je voudrais que l'on sache bien que les revendications agricoles se limitent à des proportions infiniment moindres que celles que vous avez indiquées.

Vous avez dit que la comparaison des prix ne pouvait se faire qu'en partant de 1938. Je crois qu'il y a une comparaison possible beaucoup plus rapprochée. Elle se situe aux alentours de 1948-1949-1950-1951.

Dans un colloque récent d'industriels et d'agriculteurs auquel j'ai participé, on avait présenté un graphique de la différence des prix; de ce graphique, il ressort que les produits industriels français sont très au dessus des produits industriels allemands et les produits agricoles très au dessous des produits agricoles allemands.

Les industriels présents à ce colloque disaient : « Messieurs les agriculteurs, vous ne pouvez prétendre à un rajustement brutal, car vous provoqueriez un désastre économique; si vos prix bas devaient se rajuster avec nos prix — et nous sommes déjà très au dessus des produits de nos concurrents du Marché commun — dans quelle situation mettriez-vous l'économie industrielle? »

Voilà, Messieurs, l'esprit que nous avons constaté dans cette discussion.

On nous reprochait même de nous être attardés dans nos revendications. On nous a dit : Vous n'avez pas su en temps utile les faire valoir; et comme vous avez commis cette erreur, vous ne pouvez plus prétendre à un rajustement qui aurait pour résultat une perturbation économique grave.

Vous avez parlé de la rentabilité des capitaux en agriculture. Ceci me fournit l'occasion d'apporter ici, ou de rappeler, un renseignement qui échappe souvent : les capitaux investis en agriculture sont énormes. Vous avez pris l'exemple d'une ferme de 100 hectares; 100 hectares représentent, pour les terres du vaste bassin de la région parisienne, un prix s'échelonnant entre 100 000 et 7 à 800 000 francs l'hectare. Prenons l'exemple d'une terre d'une valeur vénale de 300 000 francs, cela représente un capital foncier investi de 300 000 francs à l'hectare. Vous nous avez dit que le capital d'exploitation était sensiblement équivalent. Considérons qu'il n'atteint que 200 000 francs par rapport à 300 000, cela fait un capital investi de 500 000 francs à l'hectare. Or la recette brute à l'hectare, quand elle est atteinte dans des terres de la valeur indiquée est de 100 000 francs, ce qui représente, pour une ferme de 100 hectares, un capital de 50 millions investis pour une recette brute de 10 millions, c'est-à-dire un capital investi 5 fois supérieur à la recette brute.

Pour ce capital, un intérêt de 5 p. 100, cela représente tout de même 2 500 000 francs, c'est-à-dire 25 p. 100 des recettes brutes. L'intérêt du capital représentant 25 p. 100 des recettes brutes, comment, dans ces conditions, espérer une rentabilité du capital investi en agriculture?

J'aurais aimé que M. Cramois puisse confirmer ce que je vais dire, c'est qu'à mon avis, chaque fois qu'un débiteur a un endettement supérieur à 25 p. 100 du capital investi, c'est une situation en péril.

Je ne veux pas abuser de votre temps, mais je voudrais encore remercier M. Blanc de sa communication.

M. Louis Blanc. — Monsieur, vous venez de citer des chiffres auxquels je me rallie complètement, puisqu'ils correspondent sensiblement aux miens. Sans doute puis-je vous effrayer, lorsque je demande 30 p. 100 d'augmentation pour les prix agricoles. En le faisant, je fais comme les propriétaires d'immeubles urbains qui réclamaient une augmentation considérable qu'on ne leur accorde que par fractions.

Si on veut mettre l'agriculture sur le même plan que l'industrie, il suffit de considérer les bilans. Si l'on examine un bilan, non pas individuel, mais un bilan de synthèse, établi par un Centre d'économie rurale, on constate que, pour obtenir des résultats comparables à ceux de l'industrie, il faut demander une augmentation des prix agricoles de l'ordre que j'ai indiqué.

Je sais bien que les cultivateurs ne sont pas habitués à des prix pareils. Je sais bien aussi que les membres du Gouvernement sont stupéfaits de telles demandes.

Mais je réponds qu'on a bien trouvé une solution pour les loyers, en les faisant monter par échelons, répartis sur une douzaine d'années. Il s'agissait d'une augmentation bien supérieure à celle de 30 p. 100 que j'estime nécessaire pour les prix agricoles. Celle-ci pourrait être obtenue en cinq ou six ans, à raison de 5 à 6 p. 100 l'an. C'est exactement le pourcentage d'augmentation qu'on envisage pour les salaires. Pourquoi refuser aux agriculteurs ce qu'on accorde aux propriétaires urbains et aux salariés?

Il n'en reste pas moins que, pour le moment, nous sommes limités par les objections gouvernementales et aussi par les prix du Marché Commun.

Si tous les agriculteurs, suivant l'image de Paul Fort, savaient se donner la main, ils n'auraient pas de peine à se faire rendre justice.

Mais en attendant, s'ils obtenaient l'égalité des prix avec leurs partenaires, comme vous le souhaitez, ce serait déjà un premier résultat considérable.

M. Desoutter. — Je voudrais profiter de la circonstance pour faire ressortir les illusions que pourrait se faire le gouvernement quand il fait des projets pour l'avenir, et en particulier pour l'avenir des exploitations agricoles dans le cas des successions.

Un père agriculteur a plusieurs enfants, et une exploitation importante. Il meurt. Il paraît qu'un projet de loi prévoit que les fils ne pourront pas demander le partage de l'exploitation et que celui qui la reprendra pourra la conserver entière, à charge pour lui, dans un délai de dix ans je crois, de désintéresser ses frères et sœurs, au prorata de ce qui leur revient.

Or ce que vient de dire M. Blanc fait ressortir que les exploitations sont en déficit; un pareil projet ne règle donc rien du tout. Le fils qui reprendra l'exploitation continuera à perdre de l'argent; il ne pourra donc rembourser la quote-part revenant à ses frères et sœurs. On ne fait qu'ajourner ce problème de dix ans, on le ne résout pas du tout. Il n'y a pas deux façons d'en sortir, il faut rendre l'exploitation rentable, qu'elle fasse des bénéfices pour que celui qui reprendra l'exploitation puisse, sur ces bénéfices, désintéresser ses frères et sœurs. Autrement, il sera obligé de vendre des morceaux de son exploitation. Même si la décision est ajournée, il y sera cependant forcé.

M. Blanc. — Je n'ai rien à ajouter. Ce que vous avez dit fait suite à la constatation que j'ai faite de l'insuffisance des prix agricoles.

M. Noilhan. — Je ferais preuve d'une ingratitude inadmissible si je ne remerciais pas M. Blanc du travail considérable qu'il a assumé depuis quelques années à la présidence du Groupe des industriels agriculteurs.

M. Blanc nous apporte en effet, la double synthèse, la double expérience de quelqu'un qui connaît à fond les questions industrielles, spécialement celles des Travaux publics et également celles posées dans une exploitation agricole; il cultive en effet un domaine de près de 300 hectares, non pas d'hier ou d'avant-hier, mais depuis une trentaine d'années.

Je dois dire que ce Groupe des Industriels Agriculteurs dont on a bien voulu rappeler que j'en étais, peut-être, le parrain, m'a apporté des satisfactions profondes; j'ai assisté, en auditeur attentif, aux discussions qui ont eu lieu. Je dois dire qu'elles se déroulent entre personnes qui représentent à peu près toutes les grandes Écoles scientifiques : École polytechnique, École centrale, différentes Écoles scientifiques, bref, un milieu qui est rompu à l'étude des problèmes techniques et scientifiques.

Les conclusions auxquelles M. Blanc aboutit au nom de tous, paraissent étonnantes parce qu'elles sont basées sur une comparaison avec ce qui se passe dans l'industrie. La comparaison est facile, puisque les mêmes personnes peuvent à volonté regarder d'un côté et de l'autre.

Ce chiffre de 30 p. 100 est un chiffre considérable. Je le crois exact. Je crois qu'il explique cette répulsion des capitaux financiers à s'employer en agriculture. S'il n'y a pas de capitaux financiers s'investissant d'une façon durable, en agriculture, c'est parce que leurs détenteurs savent bien qu'ils ne trouveront pas ces 30 p. 100 qui manquent et qu'ils trouvent précisément dans l'industrie.

Un deuxième point que je voudrais souligner et qui est intéressant, c'est que toutes ces études portent essentiellement sur de grandes exploitations, bien menées, qui tant au point de vue technique qu'économique, ont accumulé toute la somme du progrès possible dans l'état actuel de la technique. Eh bien, ce sont ces grandes exploitations qui sont en crise!

J'insiste là-dessus, c'est pour moi un des axiomes essentiels de l'éco-

nomie rurale, que c'est au niveau de la grande exploitation, celle qui, précisément, au point de vue progrès techniques, ne peut rien se reprocher que l'on peut juger le mieux la situation de l'agriculture. Car si ces grandes exploitations sont en crise, quoique bien équipées, c'est que la politique économique suivie en agriculture est mauvaise : c'est le meilleur des tests.

Or la grande exploitation est en crise, au point de vue financier et rentabilité, c'est-à-dire au sens industriel du mot. Elle est en crise grave, et tous les renseignements que je recueille par moi-même de différents côtés, corroborent très exactement les chiffres auxquels aboutit le Groupe des Industriels-Agriculteurs et montrent qu'à coup sûr il y a une disparité écrasante entre l'agriculture et l'industrie. C'est parce qu'il y a disparité entre l'activité agricole et l'activité industrielle que non seulement les individus sont frappés dans la crise, mais aussi les capitaux qui ne peuvent être rentables.

Dès l'instant où individus et capitaux sont frappés, on peut dire que l'on est à la veille d'une situation qui, un jour ou l'autre, finira par éclater brusquement dans des conditions absolument imprévisibles.

Voilà ce que je voulais souligner, ce que j'ai appris moi-même au contact de ce Groupe des Industriels-Agriculteurs. Je tiens à remercier M. Blanc des études faites par ce groupe qui apportent, sous un angle neuf, avec des méthodes neuves, des éléments qui prendront place très certainement parmi les meilleures études d'économie rurale poursuivies depuis ces dernières années.

M. Louis Tardy. — Je crois que nous devons tous nous réjouir des renseignements que vient de nous donner M. Blanc. Mais ce n'est pas simplement dans la grande exploitation que l'on constate une insuffisance de recettes en agriculture. Dans mon département des Deux-Sèvres où la moyenne des exploitations est de 20 hectares (une exploitation de 60 ha étant une grande exploitation), toutes les exploitations de moins de 10 hectares ont disparu depuis quelques années.

Les études faites et les renseignements apportés à l'occasion des Assemblées générales de notre Caisse régionale de Crédit agricole et de l'Association d'Économie rurale et de Comptabilité des Charentes et du Poitou ont fait connaître qu'on avait perdu plus de 100 000 agriculteurs dans le département des Deux-Sèvres depuis un demi-siècle environ.

Pourquoi sont-ils partis, bien que se contentant d'une rémunération bien inférieure à celle de l'industrie, c'est parce qu'ils ne pouvaient plus vivre. Ce qu'on vient de nous dire montre que c'est aussi une question de prix dans les régions de petite culture qui est une des causes de l'intensification de l'exode rural.

Le crédit n'est pas une panacée et ne peut pas suppléer à des ressources insuffisantes.

Il faut des prix plus équitables et nous serons tous d'accord, je crois, à ce sujet, si l'on veut éviter la disparition de l'agriculture française qui est indispensable à la prospérité générale de notre pays.

Communications relatives à la campagne agricole (suite)

XII. — LA SITUATION DE L'ÉLEVAGE CHEVALIN AU DÉBUT DE L'ANNÉE 1960

M. Desoutter. — La situation de l'élevage chevalin, depuis un an, a continué à évoluer dans le sens de la régression, à une cadence toutefois ralentie.

Les abatages, en effet, s'ils se maintiennent au même chiffre, portent

en très grand nombre aujourd'hui sur des chevaux d'importation, qui font ainsi une concurrence redoutable aux chevaux métropolitains et même aux autres viandes produites en France.

L'an dernier ce n'est pas moins de 82.000 chevaux de boucherie, auxquels il faut ajouter 22.000 quintaux de viande de cheval en carcasses, qui ont été importés en provenance de tous les pays qui le désirent.

Les organismes professionnels d'élevage, s'ils admettent que certaines importations raisonnables puissent être judicieuses en ce qu'elles empêchent les prix des chevaux de boucherie d'atteindre des cours tels qu'ils inciteraient les éleveurs à livrer à l'abattoir toute leur production, s'élèvent contre les importations littéralement désordonnées, qui souvent au surplus sont réalisées à contre-temps et accentuent le malaise.

D'autre part, si l'on comprend que nous soyons obligés de recevoir les chevaux des cinq autres pays du marché commun, nous trouvons très mauvais d'être envahis par ceux qui viennent de l'autre côté du rideau de fer, et cela, sans la moindre compensation.

De même les éleveurs ne comprennent pas qu'en même temps que les chevaux allemands, des chevaux polonais, hongrois, etc., qui passent par l'Allemagne, puissent entrer chez nous sans limite, alors que l'Allemagne elle-même interdit non seulement l'importation, mais même le simple transit du bétail français sur son territoire.

Enfin il est difficile d'admettre que la France doive recevoir en quantités illimitées de la viande de cheval qui vient concurrencer chez nous le bœuf et le porc, alors qu'elle est contrainte de soutenir chez elle les cours de ces viandes de bœuf et de porc par l'intermédiaire de la S.I.B.E.V. Cela revient en somme à soutenir les cours des viandes étrangères à l'aide de taxes payées par le contribuable français sur nos animaux de boucherie.

Et nous n'arrivons pas à obtenir qu'il soit mis fin à une situation aussi paradoxale !

Pourquoi, lorsque nous nous trouvons en présence de pays désireux de nous envoyer leurs chevaux de boucherie, pourquoi n'exigeons-nous pas, en échanges compensés, des achats d'étalons, par exemple, achats qui constitueraient un précieux encouragement ?

Mais il est entendu que l'élevage chevalin doit être sacrifié à tout le reste et que c'est lui qui doit servir de monnaie d'échange, puisque le degré de modernisation du pays se mesure par le nombre des tracteurs et que tout ce qui tend à supprimer des chevaux accroît par conséquent la modernisation. Un village, par exemple, possède 5 tracteurs. S'il en avait 50, il serait 10 fois plus modernisé ! Peu importe que ces tracteurs travaillent ou non un nombre d'heures suffisant pour les rendre amortissables. On achète un tracteur, non pas parce qu'il est intelligent d'acheter un tracteur, mais parce qu'avec un tracteur on est « modernisé »; on a fait comme les autres !

Et cependant, à l'occasion des manifestations organisées par les dirigeants professionnels de l'Agriculture et au cours de leurs discussions avec les pouvoirs publics, ces dirigeants n'ont cessé de déclarer que les exploitations les plus motorisées, c'est-à-dire celles où les investissements ont été les plus importants, sont parmi les plus génées et doivent constater que leurs prix de vente sont inférieurs à leurs prix de revient.

Je ne voudrais pas que l'on puisse croire que je suis un fanatique ennemi du tracteur par principe. J'ai dit et je répète que j'utilise des tracteurs. Mais je dis qu'il est absurde d'acheter un tracteur simplement parce qu'on préfère conduire un tracteur plutôt que des chevaux, même dans le cas où l'emploi des chevaux est plus économique.

Comment jugerait-on un agriculteur, qui achèterait une charrue au lieu d'un semoir, parce qu'il préfère conduire une charrue plutôt qu'un semoir, alors que c'est d'un semoir qu'il aurait besoin ? Et pourquoi cesse-t-on d'être logique et raisonnable lorsqu'il s'agit de déterminer le mode de traction à employer sur telle ou telle exploitation ?

Il faut reconnaître que de toutes parts on s'est évertué à inculquer

aux agriculteurs cette idée que la traction hippomobile appartient au passé et que, seule, la traction mécanique fera le bonheur et la prospérité du pays en abaissant l'indice des 179 articles, quelles que soient l'étendue des exploitations, leur nature, etc.

Mais les conseilleurs ne sont pas les payeurs et l'on explique à ces derniers que, s'ils écoutaient mieux les premiers, ils connaîtraient le paradis sur terre.

Et pourtant ! au risque de me répéter, je soulignerai que des banques allemandes reconnaissent que, dans de nombreux cas, la traction hippomobile est plus avantageuse que la traction mécanique, et que les exploitations munies de chevaux sont beaucoup plus à l'aise que les autres. Le même fait est reconnu en Hollande, qui ne passe pas d'habitude pour un pays sous-développé.

Un journal agricole très connu signalait récemment que le Canada lui-même manque de chevaux de travail, le Canada, pays des grands espaces peu peuplés, où il paraît logique de penser que la traction automobile doivent s'imposer partout.

Il semble d'ailleurs que certains en France commencent à se rendre compte de la situation.

L'engouement initial pour le tracteur, la frénésie d'achat qui s'était tout d'abord emparée des agriculteurs, a incité l'industrie à développer sans limite sa production de tracteurs, et aujourd'hui les acheteurs, n'ayant plus de disponibilités, cessent de commander, si bien que l'industrie de la machine agricole souffre elle-même d'une pénible récession.

Il est caractéristique de noter qu'un constructeur, qui a tenté de moderniser la traction hippomobile, a obtenu au dernier salon de la machine agricole un vif succès en exposant un avant-train polyvalent hippotracté, conçu pour remorquer du matériel établi pour la traction mécanique.

Il est à souhaiter que cet effort ne reste pas isolé et que les industriels s'efforcent enfin de mettre au point des machines hippomobiles en ayant pour objectif, non seulement une bonne exécution des travaux du sol, mais aussi le confort et la commodité du conducteur, la moindre fatigue des chevaux.

Il serait désirable également que l'industrie de la bourrellerie, par un emploi judicieux de métaux légers inoxydables et de matières plastiques imputrescibles, conçoive des harnachements pratiques, économiques et plus légers que les harnachements classiques, énormes, encombrants et terriblement lourds dont on a toujours affublé les malheureux chevaux, sans souci de la fatigue qui leur était ainsi imposée.

L'enquête effectuée par l'I.O.S.T.A. sur l'emploi comparé de la traction hippomobile et du tracteur a donné lieu à la publication par cet organisme d'un opuscule dans lequel sont étudiés tous les aspects de la question : étendue des surfaces à cultiver, chiffre de production à l'hectare, nature des récoltes produites, difficultés de main-d'œuvre, prix d'entretien des chevaux conditionné par la possibilité de les mettre au pâturage à proximité de la ferme en dehors des temps de travail, disponibilités de trésorerie de l'exploitant, valeur du poulain donné par les poulinières, prix des chevaux de boucherie déterminant la valeur d'amortissement, amélioration des dispositifs d'attelage, etc.

Ce travail très impartial et objectif énonce aussi les conditions auxquelles la traction hippomobile sera à même de lutter victorieusement contre le tracteur, avec lequel d'ailleurs elle pourra fréquemment être conjuguée économiquement dans les mêmes exploitations, des dernières fussent-elles importantes et fortement motorisées.

J'ai l'honneur de déposer ici des exemplaires de cet opuscule établi par MM. Michaut et Cochet. J'y ai joint deux emplaires du numéro de la *Revue de l'Élevage* consacrés spécialement à ce même sujet.

L'évaluation de l'effectif de notre cheptel chevalin donne lieu à quelques controverses. Certains bons esprits l'estiment inférieur à 1 million

de têtes: d'autres l'évaluent à 1 700 000. Je pense pour ma part, d'après les renseignements fournis par les entrées, les sorties, les naissances, les abatages et les pertes possibles, que cet effectif doit se situer autour de 1 400 000, mais qu'il continue à s'amenuiser, le recrutement de la main-d'œuvre charretière se faisant de plus en plus difficile et constituant aujourd'hui l'obstacle principal à l'emploi de la traction hippomobile.

Je crois savoir qu'au Ministère de l'Agriculture on commence à s'occuper de la question.

Je formule le vœu qu'elle ne soit pas perdue de vue, car si je plaide avec un tel acharnement la cause du cheval, ce n'est pas pour le plaisir de prolonger quelque peu un mode de traction qui serait anachronique et voué de façon certaine à une prompte disparition, mais bien parce que je suis pertinemment convaincu que c'est conforme à l'intérêt supérieur de l'Agriculture française et du Pays lui-même.

M. Marcenac. — J'ai écouté, avec beaucoup d'intérêt, la communication de M. Desoutter, toujours dans la perspective de ce qu'il avait annoncé les années précédentes.

J'ai surtout retenu que l'effectif était encore moindre qu'auparavant et qu'une sonnette d'alarme doit être agitée dès maintenant pour que ces effectifs ne diminuent plus.

C'est évidemment se placer sur le terrain actuel du temps de paix. Peut-on poser la question de savoir ce qui se passerait si un conflit, par malheur, arrivait. Je crois que le carburant, pour l'agriculture, serait fortement diminué sinon supprimé. Si l'effectif des chevaux diminuait d'une quantité telle que les travaux agricoles ne puissent plus être accomplis faute de moteurs, qu'arriverait-il? La réponse s'impose!

Je pense qu'il serait dangereux d'aller au dessous de cet effectif actuel et qu'on doit tout faire pour le maintenir.

Je crois donc qu'il y a un danger considérable à ne voir que le tracteur. Je le dis sans méconnaître l'utilité des matériels modernes et sans vouloir défendre le cheval au delà des limites raisonnables, à l'exemple, d'ailleurs, de M. Desoutter.

M. Désiré Leroux. — Personnellement, je pense que la multiplication des tracteurs est due, pour une grande part, à la pénurie de charretiers évoquée par M. Desoutter. Nombreux, en effet, sont ceux qui, aujourd'hui, préfèrent entretenir et faire fonctionner un moteur plutôt que panser un cheval, renouveler sa litière, conduire un attelage.

QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LE PROBLÈME DES ASSOLEMENTS

par **MM. Hénin** et **Fraigneaud**

M. S. Hénin. — Après avoir été la base de la technique agricole les notions de rotations et d'assolements ont été plus ou moins abandonnées par les agriculteurs. Un examen même sommaire des raisons qui avaient imposé ces notions dans le passé fait aisément comprendre cette évolution. Primitivement, un des effets les plus immédiats de la succession des cultures était de mettre à la disposition des plantes exigeantes des éléments minéraux solubilisées par des récoltes capables d'utiliser les réserves minérales peu assimilables du sol. D'autres facteurs entraient également en jeu tels que la lutte contre les mauvaises herbes, la défense contre les parasites, l'organisation du travail, l'état physique du sol, etc.

On a pu croire que grâce à l'emploi des engrais le problème de l'alimentation minérale pourrait être résolu indépendamment de toute suc-

cession de végétaux. Quant aux autres avantages les progrès réalisés dans la défense des cultures, le fait que le développement des mauvaises herbes ou les attaques de parasites étaient liés à des circonstances climatologiques particulières masquaient à brève échéance les inconvénients de certaines successions de cultures sur le même sol. Enfin, les impératifs économiques et sociaux sont devenus de plus en plus pressants et ont conduit les agriculteurs à limiter leurs efforts à un très petit nombre de productions bien adaptées à une région donnée et facilement mécanisables.

On commence toutefois à se demander si en dépit des progrès techniques réalisés il ne demeure pas nécessaire pour atteindre des rendements élevés d'effectuer un certain choix dans la succession des cultures. Ce sont ces problèmes que nous examinerons dans cette note.

Commençons tout d'abord par reprendre les définitions. La rotation définissait la succession des cultures sur un même sol; l'assolement la distribution de la surface de l'exploitation entre les diverses spéculations que l'on y produisait. Une arithmétique simple rattache ces deux notions, à tel point qu'elles représentent deux aspects d'une même réalité. D'ailleurs dans les pays anglo-saxons, par exemple, on parle surtout de rotation et fort peu d'assolement.

Afin de mieux analyser ces problèmes, nous proposerons les définitions suivantes :

La condition de rotation est commandée par le fait que si l'on fait revenir la même culture sur le même sol, on observe ou on n'observe pas, une diminution de rendement. Dans le second cas on peut pratiquer la monoculture, dans le premier il faut varier les récoltes successives.

La condition de succession est déterminée par l'avantage que l'on trouve, quant au rendement des récoltes, à faire succéder sur le même sol différentes cultures. De ce point de vue, une culture paraît plus ou moins avantageuse par rapport à la suivante.

Enfin, la condition d'assolement se définit par le fait que l'ensemble des surfaces cultivées doit être évidemment égal à la surface totale de l'exploitation.

Nous avons défini des « conditions », car en définitive lorsque l'agriculteur va établir son assolement, ou autrement dit son programme de production, il devra tenir compte pour l'établir de ces données, concurrement avec celles qui découlent des impératifs économiques, techniques ou sociaux. Par exemple, la condition de rotation pourra se trouver profondément modifiée dans le cas d'une culture sous contrat telle que la betterave ou le tabac pour lesquels la vente ou la production de la récolte seront soumises à des limites quantitatives.

Mais il importe de bien distinguer le problème technique posé en termes de rendement possible et les données techniques ou économiques qui dépendent de circonstances souvent extérieures à l'exploitation elle-même.

La difficulté fondamentale consiste à apprécier les inconvénients, soit de la monoculture, soit de diverses successions. Ceux-ci ne peuvent être connus que par des études statistiques portant sur des séries d'années permettant de déterminer les rendements de chaque culture suivant les divers précédents auxquels elles peuvent succéder. De telles données sont par ailleurs extrêmement contingentes. Elles dépendent du climat, du sol, de la fertilisation pour ne parler que des facteurs les plus généraux. C'est donc dans un certain milieu et pour des techniques culturales constantes que ces éléments présentent une réelle valeur. Il ne faut pas oublier d'autre part que tout changement dans le système de culture peut provoquer une évolution du milieu plus ou moins rapide et que l'enquête statistique n'aura un sens qu'au moment où l'on atteint un nouvel équilibre. Supposons, par exemple, que l'on effectue une série de cultures dégradant la structure ou ne permettant pas le maintien de stock de matière organique sur un sol primitivement dans un bon état structural

ou bien pourvu en matière organique. Les premières années la nouvelle succession introduite pourra paraître plus avantageuse car le niveau des rendements se maintiendra, ces cultures bénéficiant des potentialités initiales du sol. C'est seulement à la longue, à mesure que la terre s'épuisera que l'on verra se manifester une baisse des rendements ou apparaître des difficultés de travail du sol. Bien entendu un tel raisonnement est encore plus valable si l'on parle de plantes cultivées sans fumure minérale.

C'est certainement la difficulté que l'on éprouve à apprécier l'avantage ou les inconvénients de telle ou telle succession qui ont amené les agriculteurs à accorder une importance de moins en moins grande à ce problème.

On ne dispose que de très peu de données établies sur des bases statistiques et parmi celles-ci il faut signaler une étude assez récente effectuée par le S.A.S. Il faut souhaiter que de telles études se multiplient dans le cadre des groupes de travail d'agriculteurs. Ces données constitueront pour eux de précieuses informations et représentent un des éléments fondamentaux de l'établissement des assolements.

Pour cette raison, malgré le danger que présentait cette entreprise, étant donné les caractères très sporadiques des informations dont nous disposons, nous avons établi le tableau suivant (I) qui donne à titre d'exemple l'intérêt de la succession de quelques plantes cultivées. Il aurait été nécessaire d'exprimer les rendements moyens en quintaux ou du moins en pour 100 d'une valeur de référence par exemple des rendements moyens de la culture placée dans les conditions les plus favorables. Nous n'avons pas pu disposer de ces informations pour un nombre suffisant de cultures; aussi avons-nous été obligés d'utiliser une notation qualitative dont nous avons pour fixer les idées établi une équivalence avec les valeurs chiffrées.

Ce tableau est valable pour les deux conditions de rotation et des « successions » puisque les termes diagonaux représentent la succession de la culture sur elle-même. Soulignons à cet égard que la dissociation de deux concepts de rotation et de succession vient de ce que la condition de rotation oriente dès l'origine le choix entre la mono et la polyculture. Si la polyculture s'impose alors entre en jeu toute la gamme des conditions de succession.

Les éléments ainsi rassemblés ne constituent qu'une partie des données permettant de résoudre le problème de l'assolement. Il faut tout d'abord que l'ensemble des cultures obtenues fournisse, le plus gros produit brut ou le revenu le plus élevé par hectare. Il faut ensuite que les conditions de production définies par la date des travaux agricoles, préparation des terres, semis, entretien des cultures, récoltes, soient suffisamment étalées dans le temps pour qu'elles correspondent aux disponibilités de l'exploitation en moyens de travail, main-d'œuvre et machines. Il peut être enfin nécessaire que l'échelonnement des récoltes dans le temps permette d'alimenter la trésorerie de l'agriculteur. On peut évidemment dans cet esprit définir de nombreuses conditions auxquelles doivent satisfaire le choix des cultures et l'importance qu'on leur donne sur chaque exploitation.

Associer l'ensemble de ces données revient à résoudre un problème comportant de nombreuses inconnues de telle manière que l'on aboutisse à un résultat, le bénéfice net, global, maxima. Nous avons examiné les méthodes permettant d'atteindre ce but et nous en proposerons deux, l'une empirique qui servira de conclusion à cette note, l'autre rigoureuse qui sera présentée par l'un de nous dans une seconde note.

La solution empirique que nous proposons est basée sur les principes suivants :

On établit pour l'exploitation considérée un tableau à double entrée (II) dans lequel figurent diverses cultures possibles pour la région dans l'ordre du produit brut à l'hectare décroissant, ce produit brut étant calculé sur la base des meilleurs rendements multiplié par le prix courant du produit.

TABLEAU I (*)

Culture suivante	Culture précédente													
	Blé	Orge	Maïs	Betterave sucrière	Pomme de terre	Lin	Chanvre	Colza	Pois Vesce	Trèfle	Luzerne	Graminée temporaire	Graminée légumineuse temporaire	Choux
Blé	B. 2 ans	M.	*T.B.*	B.	*T.B.*	B.	*T.B.*	B.	T.B.	B.	B.M.	B.	T.B.	B.
Orge	B.	B.	T.B.	B.	T.B.	T.B.	T.B.	B.	T.B.	T.B.	T.B.		*T.B.*	B.
Maïs	B.	B.	*T.B.*	B.	T.B.		T.B.		T.B.	T.B.	T.B.	M.	T.B.	
Betterave sucrière	T.B.	T.B.	T.B.	M. 3-4 ans					T.B.	T.B.	T.B.		T.B.	
Pomme de terre	B.	B.			M. 4 ans				T.B.	T.B.	T.B.		T.B.	
Lin	B.	B.				M. 6 ans			T.B.	T.B.	T.B.		T.B.	
Chanvre	B.		T.B.						T.B.	T.B.	T.B.		T.B.	
Colza	*m.*	*m.*		T.B.	*T.B.*			M. 6 ans						
Pois-vesce	B.				M.									
Trèfle	B.	T.B.			M.	T.B.				3 ans		T.B.	T.B.	
Luzerne	B.	T.B.			M.	T.B.					M. 7-15 ans	T.B.	T.B.	
Graminée temporaire	B.					T.B.					T.B.	B.	T.B.	T.B.
Graminée légumineuse	B.					T.B.					T.B.	T.B.	B.	T.B.
Choux	M?	M?			T.B.				T.B.	T.B.	T.B.	T.B.	*T.B.*	M?

T.B. = 100 %; B. = 90 %; M. = 50 %; T.B. = 100 %; m. = 70 %.
(Donnée bien vérifiée.)

(*) Ce tableau général est établi sans tenir compte des conditions de rentabilité, variable d'une région à l'autre.

Le tableau est formé d'une série égale de lignes et de colonnes. En tête de la série des colonnes figure la liste des plantes classées d'après leur produit brut. En face des lignes et dans le même ordre se trouve reproduite la même liste. Par convention la plante portée en tête de colonne constitue le précédent cultural et les plantes placées en tête de ligne représentent les cultures suivantes. Par construction les cases du tableau figurant sur la ligne diagonale représentent donc la succession d'une culture à elle-même. Dans le premier tableau(II) ne figurent que les avantages de la succession. Une seconde liste (III) constituée toujours par la même série de plantes renferme la condition de rotation, c'est-à-dire le nombre d'années qu'il faut attendre pour que la culture puisse revenir sur le même sol sans inconvénients. Cette condition peut être inférieure à celle imposée par les impératifs économiques que nous rappelions précédemment. Enfin à côté de ce tableau on a fait figurer les surfaces minima nécessaires à un amortissement convenable des outils ou des installations nécessitées par chaque culture particulière. Par exemple, il faut plus de 15 hectares pour rentabiliser correctement le matériel de récolte de maïs. Les problèmes posés par ces exigences peuvent se résoudre par l'association mais il est alors nécessaire que l'assolement soit pensé dans le cadre d'un groupe d'agriculteurs.

Nous avons appliqué cette méthode aux cas du Domaine que l'Institut national agronomique possède à Palaiseau près de Paris. Il faut tout d'abord noter que, pour un certain nombre de considérations techniques, le problème de la main-d'œuvre en particulier, on ne peut pas actuellement s'orienter vers les productions animales. D'autre part, l'obtention de rendements qui atteignent certaines années jusqu'à 70 quintaux de blé ou 30 tonnes de pommes de terre de consommation donne à penser qu'il n'y a pas dans l'immédiat de problèmes nécessitant un changement radical du système de culture. Les différentes productions que nous allons considérer sont pratiquées dans toute la région où s'étendent les terres de l'exploitation et les agriculteurs y obtiennent en année favorable de très bons rendements. Les tableaux II expriment les conditions de rotation et de succession :

TABLEAU II

TABLEAU DE SUCCESSION

	Pomme de terre	Maïs	Blé	Pois	Orge	Colza
Pomme de terre .	M.	T.B.	T.B.	T.B.	T.B.	B.
Maïs	T.B.	T.B.	B.	T.B.	B.	B.
Blé	T.B.	T.B.	M.B.	T.B.	M.	T.B.
Pois.	M	B.	B.	M.	B.	B.
Orge	T.B.	T.B.	B.	T.B.	B.	B.
Colza	T.B.	Imp.	M.	T.B.	M.	M.

TABLEAU (III)

TABLEAU DE ROTATION

	Rotation	Seuil de rentabilité sur la ferme
Pomme de terre	1/3	Moins de 12 ha
Maïs	1	Plus de 15 ha
Blé	1/2	
Pois	1/4	
Orge	1/2	
Colza	1/6	

Le principe du produit brut maximum nous conduit à choisir comme culture de base la pomme de terre. Toutefois, sa condition technique de rotation qui limite son retour à une année sur 3 ou 4 est dominée par un problème économique la vente directe sur un marché local qui permet d'obtenir un produit brut beaucoup plus élevé. Tenant compte de la capacité d'absorption de ce marché, on est amené à fixer la sole de pomme de terre à 12 hectares, on obtient ainsi une rotation dont la durée est définie par le rapport surface de l'exploitation (60 ha) sur sole optima (12 ha) soit cinq ans. C'est évidemment la culture la plus rentable qui commande la rotation puisqu'on a avantage à en faire la surface maxima. Si l'on avait besoin d'introduire une culture améliorante, ce serait évidemment celle-ci qui commanderait la rotation. Quand une culture doit ses hauts rendements à une association avec une autre culture, on fait figurer le couple de culture à sa place dans le tableau des rentabilités en les affectant de leur produit brut moyen.

Il nous faut maintenant trouver des cultures pour les 48 hectares de terre restants.

La culture qui donne le plus haut produit brut après la pomme de terre est le maïs. Toutefois, cette culture présente un certain nombre d'inconvénients au point de vue séchage, récolte un peu difficile dans la région parisienne et nécessité d'en faire une certaine surface pour amortir le matériel. Il est donc plus raisonnable de s'adresser à la culture suivante qui est le blé. Toutefois, si l'on voulait prendre des risques, comme d'après les données actuelles, le maïs revient très bien sur lui-même, on pourrait occuper les 48 hectares avec du maïs.

Le blé étant un excellent successeur de la pomme de terre, nous en ferons 12 hectares. Après le blé, nous constatons que c'est un bon précédent pour la pomme de terre que nous éliminons, le pois, l'orge et le colza; le pois de casserie étant plus rentable nous ferons 12 hectares de pois. Reprenant la colonne correspondant au pois qui ne peut pas revenir sur lui-même trop souvent (1 an sur 4) nous cherchons de bons successeurs et nous retrouvons le blé; nous ferons donc de nouveau cette culture sur 12 hectares. Enfin, nous avons maintenant à choisir une culture qui succède avantageusement au blé, mais qui soit un bon précédent pour la pomme de terre. Les conditions de succession ou de rotation, les choix déjà effectués éliminent pomme de terre, maïs, blé et pois, il reste l'orge et le colza. L'orge étant plus rentable que le colza, étant d'autre part un bon

précédent de la pomme de terre, nous ferons donc 12 hectares d'orge. On obtient ainsi un assolement comprenant :

Pomme de terre	12	ha
Blé	12	—
Pois	12	—
Blé	12	—
Orge	12	—

Dans la mesure où les conditions de rotation et de succession ont été convenablement déterminées, cet assolement correspond nécessairement aux produits bruts maximum possibles.

Considérons les autres nécessités de l'assolement. Les pommes de terre se récoltent à une période où l'on peut trouver la main-d'œuvre complémentaire pour assurer le ramassage. Quant aux autres cultures, on peut utiliser la moissonneuse-batteuse pour leur récolte. Les périodes de maturité s'étalant de juillet à août s'adaptent parfaitement à l'utilisation d'une même machine, ce qui assure l'amortissement. Les travaux de préparation des terres et de semis sont également suffisamment répartis dans le temps pour que le travail s'effectue en année normale sans pointe dangereuse et avec un minimum d'outillage. Évidemment, il serait préférable de faire un tableau de ces besoins et d'indiquer pour chaque période les disponibilités en face de chacun d'eux. Mais la chose est ici assez évidente.

Il reste à savoir si pareille méthode permet de calculer des valeurs vraiment optima. On pourrait évidemment établir un compte prévisionnel à partir de l'assolement ainsi défini. Cette prévision vaudrait d'ailleurs ni plus ni moins que les données introduites dans le calcul. Mais il est évident que l'on pourrait faire plusieurs hypothèses. Par exemple, nous avons éliminé le maïs pour des raisons de commodité qui n'ont pas été chiffrées, on pourrait faire ce calcul en considérant diverses possibilités. Il devient alors très laborieux de procéder à ces tentatives successives et c'est pourquoi l'un de nous a tenté en utilisant la Programmation linéaire d'examiner dans quelle mesure cette méthode de calcul s'adapterait à la résolution du problème que nous nous sommes posé. Cette tentative fera l'objet d'une prochaine note.

Quelle que soit la méthode de calcul adoptée il importe que dès maintenant les agriculteurs rassemblent dans le cadre de leurs groupes de travail les données nécessaires. Il s'agit essentiellement du rendement des cultures en fonction des précédents culturaux et des techniques de productions utilisées.

M. Désiré Leroux. — Malgré les réserves que vous avez faites, mon cher Confrère, sur le choix des plantes considérées, je suis tout de même un peu étonné de ne pas voir la betterave à sucre figurer sur vos tableaux de succession et de rotation, alors que cette plante est largement cultivée dans une grande partie de notre pays et que les documents statistiques la concernant ne manquent certainement pas.

Par ailleurs, vous avez souligné avec raison que les plantes « améliorantes » étaient susceptibles d'apporter quelque perturbation dans les études entreprises. Vous avez cependant expérimenté avec une légumineuse, le pois. Pourquoi alors ne pas avoir choisi la luzerne, dont l'intérêt me paraît plus grand, non seulement pour la nutrition animale mais aussi pour la « réfection » du sol.

M. Hénin. — On peut faire plusieurs réponses : tout d'abord, nous serions les seuls, sur le plateau, à faire de la betterave à sucre. Or ceci pose, comme partout, un problème de proximité de marché. Il faut trouver des sucreries à une relativement faible distance. Cet « isolement » rendrait

difficile le recrutement de la main-d'œuvre. Ce sont les raisons pour lesquelles cette culture fut éliminée dès le départ.

En ce qui concerne la luzerne, je ne suis pas tout à fait d'accord. La luzerne ne refait pas tellement le sol, mais le sous-sol. S'il fallait refaire la structure du sol on emploierait des graminées, avec ou sans luzerne. Or, j'ai eu soin de bien préciser que nous obtenions actuellement des rendements que l'on peut considérer comme très satisfaisants, presque record, dans certains cas. Par conséquent, le problème de l'amélioration du milieu ne se pose guère. J'ajoute aussi que la plupart des pailles sont enfouies, et que, par conséquent, nous avons des réserves d'humus suffisantes pour l'instant; nous n'avons donc aucune raison de penser qu'il faille actuellement une amélioration du sol.

Quant au problème posé par l'introduction d'une culture améliorante, il faut parfois attendre quelque temps pour juger du résultat technique et surtout économique de l'opération.

LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES SCIENCES HORTICOLES

M. R. de Vilmorin. — Mes chers Confrères, je me propose de retenir quelques instants votre attention pour informer ceux d'entre vous qui l'ignorent encore d'une importante réforme structurale de l'horticulture internationale, la création d'une Société Internationale des Sciences horticoles. Il ne s'agit pas là d'un organisme entièrement nouveau puisqu'il se substitue à l'ancienne Commission Internationale des Congrès d'Horticulture, lequel avait pour mission de régler les questions importantes relatives aux Congrès Horticoles Internationaux, et notamment leurs lieux et dates de déroulement. Mais ce Comité, au sein duquel notre Confrère Chouard et moi-même représentions la France, ne fonctionnait que pendant les Congrès et, de ce fait, ne jouait qu'un rôle intermittent incompatible avec toute action de coordination, de liaison et d'innformation dont le besoin se fait impérieusement sentir dans les milieux horticoles de tous les pays évolués. C'est l'évidence même de ce besoin qui suggéra aux membres du Comité International l'idée d'une Société nouvelle dont la création fut décidée au Congrès de Nice en 1958 et qui fut effectivement constituée à Paris l'an dernier, au mois d'avril, à l'occasion des Floralies Internationales.

La nouvelle Société, dont j'ai eu l'honneur d'être le premier Président, est administrée au sommet par un Conseil composé de deux ou trois personnalités de chaque pays affilié, les représentants de la France étant nos Confrères, MM. Bustarret et Chouard, ainsi que moi-même. La mission de cet organisme n'est pas seulement d'orienter les congrès à venir, de proposer les sujets de colloques à organiser et de souligner les autres points importants de nature à accroître encore l'intérêt et la portée de ces grandes manifestations. Elle consiste encore, dans l'intervalle des congrès, à provoquer des études particulières au sein de commissions et de groupes de travail spécialisés, à resserrer aussi intimement que possible les liens encore trop fragiles qui unissent les chercheurs et les techniciens aux utilisateurs de la profession horticole et aux amateurs, à diffuser par le moyen d'un Bulletin toutes informations relatives à l'évolution des techniques, à établir des monographies, un fichier bibliographique et à prendre toutes mesures pour centraliser les publications et les renseignements épars. Ces activités excluent les préoccupations commerciales mais s'étendent bien au delà de la science pure jusqu'à l'étude du matériel horticole et du conditionnement des produits.

Au cours d'une récente session de la Société Internationale à La Haye où se trouvaient réunies les personnalités de flèche de l'Horticulture Internationale, M. Bustarret et moi-même avons été très favorablement

impressionnés par un désir unanime et sincère de coopération qui permet de fonder de solides espoirs sur l'efficacité de ce nouvel organisme dont le secrétariat général est confié au Dr de Bakker que nous estimons hautement pour son expérience et le rôle important et officiel qu'il joue dans l'horticulture des Pays-Bas.

Il va de soi que dans l'établissement de ses programmes de travaux et d'études, le Conseil, aujourd'hui présidé par le Pr Lecrenier, de Bruxelles, maintiendra tous les contacts nécessaires avec d'autres organisations internationales et en particulier avec Eucarpia, la F.A.O. et l'Union Internationale des Sciences biologiques, de façon à éviter les doubles emplois dans le cadre d'une intime collaboration.

Il est assez satisfaisant de constater que notre pays a présidé à la naissance et aux premiers pas de cet enfant vigoureux issu d'un siècle de laborieuse gestation mais sur lequel repose désormais largement l'avenir des sciences horticoles et de leurs applications.

LA VIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA CONFÉDÉRATION INTERNATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE

M. Louis Tardy. — Je vais vous donner quelques indications très courtes sur le récent voyage que je viens de faire en Sicile, où j'ai présidé à Palerme l'assemblée générale de la Confédération Internationale du Crédit Agricole, confédération qui ne groupe pas seulement des coopératives, mais toutes les institutions faisant du crédit à l'agriculture. Elles sont particulièrement nombreuses et de types très différents en Italie : sociétés de capitaux ayant parfois succédé à de très anciennes fondations religieuses créées pour lutter contre l'usure, Caisses d'Épargne, Monts de Piété, Banques d'État, Instituts spécialisé de Crédit Agricole, etc.

Il y avait à Palerme les représentants de 18 pays, parmi lesquels des délégués de la Communauté (Côte-d'Ivoire), de l'Allemagne, de l'Iran, de la Suède, du Danemark, du Luxembourg; les Français et les Italiens étaient très nombreux.

Plusieurs centaines d'institutions de Crédit agricole avaient envoyé des délégués.

Nous avons été reçus, notamment, par des membres du Gouvernement de la Sicile, dont le Secrétaire d'État a pris une part active aux séances.

Les rapports présentés et les discussions qui les suivaient ont été d'un très vif intérêt. La plupart des rapports se trouvent cités dans la Résolution finale dont je vais donner lecture.

***

Réunie à Palerme (Sicile) les 27-28-29 avril 1960, la VIIe Assemblée générale de la Confédération internationale du Crédit aricole, groupant des représentants d'Institutions spécialisées de 18 pays, sous la présidence de M. le Pr Louis Tardy, a adopté la déclaration suivante.

Sur les rapports de M. le Dr Carlo Bazan, Président du Banco di Sicilia et de M. le Pr Giacomo Acerbo, de la Faculté d'Économie et de Commerce de l'Université de Rome, l'Assemblée a pris connaissance des dispositions adoptées par le Gouvernement italien et les Autorités siciliennes pour le développement de l'économie agricole de la Sicile et de l'Italie méridionale.

Elle a pu ainsi apprécier les résultats de l'application d'une politique adaptée aux besoins spécifiques d'une région dont l'économie a encore besoin du soutien public pour atteindre un développement entièrement satisfaisant.

L'Assemblée générale a ensuite adopté les conclusions du rapport de M. Ph. C. M. van Campen (Hollande), membre de l'Assemblée parlementaire européenne, indiquant que les institutions de Crédit agricole constituent le support financier indispensable d'une politique régionale tendant à réaliser un meilleur équilibre démographique, économique et social entre les régions d'un même pays ou d'un même groupe de pays.

Elle rappelle toutefois qu'une judicieuse politique de crédit ne peut porter son plein effet que si le niveau des prix agricoles à la production permet une rentabilité des investissements.

Après avoir entendu le rapport de M. Alex Florquin, Directeur de la Caisse centrale de Crédit rural du Boerenbond (Belgique) sur les ressources financières des Instituts de Crédit agricole et le développement de l'épargne rurale, l'Assemblée générale considère que le problème des ressources utilisables par les organismes de Crédit agricole est primordial pour l'évolution de l'agriculture et son adaptation aux conditions de la vie économique moderne.

Parmi ces ressources, l'épargne rurale joue un rôle de plus en plus important. Dans ce sens, la Confédération Internationale de Crédit Agricole étudiera les possibilités de réaliser sous une forme appropriée une collaboration entre les institutions de Crédit agricole des divers pays pour le développement et pour une meilleure utilisation de l'épargne rurale au profit de l'agriculture et du monde rural.

Mais l'Assemblée constate également qu'en tout état de cause, l'épargne rurale même si elle est utilisée au maximum restera insuffisante pour couvrir tous les besoins financiers de l'agriculture en général et des zones sous-développées en particulier.

Des concours extérieurs sont donc nécessaires et notamment ceux provenant des gouvernements sous forme d'avances de capitaux, de bonifications de taux d'intérêt et d'octroi de garanties, et ceux des instituts d'émission. Sur ce dernier point, l'Assemblée émet le vœu que les instituts d'émission adaptent leurs conditions de réescompte ou de mobilisation aux besoins propres de l'agriculture, plus spécialement en ce qui concerne la durée et le taux des crédits.

L'Assemblée estime, en outre, en accord avec les conclusions du rapport présenté par M. le Dr Lübkes, Directeur de la Landwirtschaftliche Rentenbank (Allemagne) qu'une politique de crédits abondants à taux d'intérêt stable et modéré est indispensable pour permettre aux exploitations agricoles de s'adapter aux nouvelles conditions de production imposées par l'élargissement du marché international des produits agricoles, consécutif à la création de la Communauté Économique Européenne.

L'application de cette politique est subordonnée à l'aide financière de la Banque européenne des investissements, du Fonds européen pour l'amélioration des structures agricoles et du Fonds social européen.

Elle suppose aussi dans tous les pays un effort supplémentaire pour la formation de techniciens des disciplines économiques appliquées à l'agriculture plus nombreux et plus qualifiés.

L'Assemblée générale décide donc :

— de poursuivre son effort de documentation et d'information sur la participation des instituts de crédit agricole au développement économique et social de leurs pays respectifs;

— de continuer également les études entreprises en vue d'assurer, dans le domaine qui lui est propre, une meilleure liaison entre les différents groupes de pays et notamment entre la Communauté Économique Européenne et la zone de Libre Échange;

— de poursuivre enfin sa collaboration avec les organisations internationales gouvernementales ou privées s'intéressant à l'agriculture pour mettre à leur disposition son expérience en matière de crédit à l'agriculture.

L'EMPLOI D'ENCEINTES A PAROIS SÉLECTIVEMENT PERMÉABLES AUX GAZ POUR LA CONSERVATION INDUSTRIELLE DES FRUITS AUX TEMPÉRATURES MOYENNES

par **Cl. Leblond**

(*Note présentée par* **M. Ulrich**)

Après plusieurs années d'expérimentation sur la conservation des fruits, nous avons été conduits à imaginer un nouveau procédé fondé sur l'emploi d'enceintes de grandes dimensions (0,5 à 1 m^3) à parois formées de pellicules plastiques.

On doit à Kidd et West le procédé de conservation des fruits en atmosphère contrôlée (gas storage) aux températures habituelles de l'entreposage frigorifique. Dans ces conditions, la longévité des fruits est augmentée grâce au froid, à la faible tension d'oxygène et à la forte tension de gaz carbonique de l'atmosphère.

Or, dans certains cas au moins, une prolongation importante de la survie peut être assurée *essentiellement* par une raréfaction convenable de l'oxygène; la température peut rester relativement élevée et les conditions thermiques existant dans des caves (10 à 12°) peuvent alors convenir parfaitement.

APPAREILS

Les enceintes utilisées (containers ou caissons) possèdent une ossature métallique indéformable (fig. 1). Sur cinq de leurs faces sont collées avec soin des feuilles plastiques de perméabilité convenable aux gaz (c'est actuellement de l'éthylcellulose en feuilles de 76μ d'épaisseur qui convient le mieux). La sixième face est le plancher métallique sur lequel reposent les caisses de fruits. Les enceintes doivent être dépourvues de toute perforation accidentelle. Les échanges gazeux avec l'extérieur, nécessaires à la vie des fruits, sont assurés, en principe, par diffusion à travers les parois plastiques. Comme celles-ci sont fragiles, il est prévu une protection mécanique consistant, à l'intérieur, en barreaux placés parallèlement à quelque distance des parois et à l'extérieur en panneaux grillagés. Ces protections n'apportent aucune entrave aux échanges gazeux.

Des orifices sont ménagés dans l'ossature métallique, soit pour effectuer des prises de gaz aux fins d'analyses, soit pour accroître la vitesse des échanges par diffusion avec l'atmosphère ambiante.

Les containers peuvent être gerbés en hauteur et groupés, ce qui assure la protection mutuelle de certaines de leurs parois. A l'intérieur, les fruits sont renfermés dans les caisses du type habituellement utilisé.

Des expériences à l'échelle semi-industrielle ont été effectuées au cours de la présente saison de conservation sur les variétés de poires Williams et Doyenné du Comice, ainsi que sur la variété de pommes Golden Delicious, soit sur une tonne de fruits en tout.

EXPÉRIENCE SUR LES POMMES GOLDEN DELICIOUS

Décrivons les résultats obtenus avec les pommes Golden Delicious. A la température d'une cave, cette pomme est mûre environ quatre semaines après sa récolte; elle est flétrie et « passée » à la fin du deuxième mois.

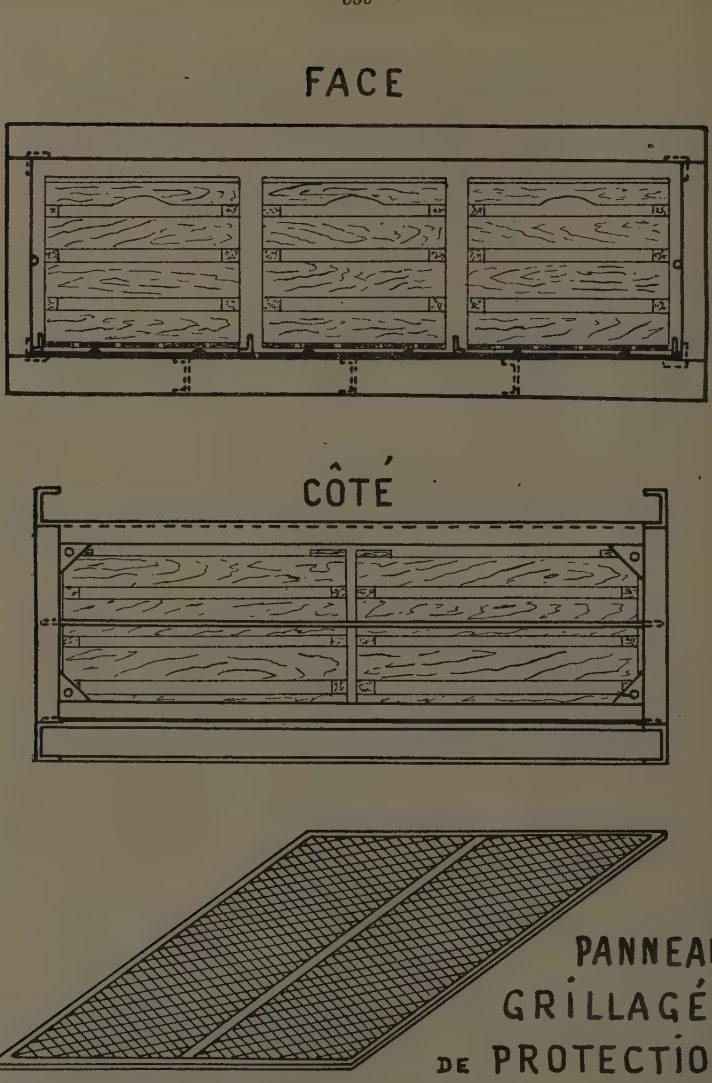


Fig. 1. — Plan schématique d'un container (contenance 6 caisses de fruits).

Nous avons placé en containers, dès la récolte (10 octobre) des fruits, les uns au stade vert (lot V), les autres au stade jaune vert (lot JV), puis également, un mois après, des fruits jaunes ayant mûri dans le même local à l'air libre (lot J).

État des fruits en février (ouverture des caissons V et JV)

Courant février, les caissons renfermant les lots V et JV ont été ouverts, la température de 12° étant maintenue. A ce moment l'état des fruits était le suivant :

Coloration. — Le lot V est devenu jaune-vert, le lot JV, jaune avec une trace de vert seulement.

Fermeté. — L'évolution est appréciable pour le lot V dont la dureté initiale (3,1 kg) s'abaisse à 2,6 kg. Par contre, aucun changement n'a été observé pour le lot JV (2,9 kg), plus tendre dès l'origine.

Odeur et saveur. — L'odeur après section, initialement très faible dans les deux lots, est restée telle pour le lot V, mais s'est développée pour le lot JV. A la dégustation nous avons trouvé très peu de changement. Le lot V qui était à la récolte de chair ferme, juteuse, très légèrement acidulée, assez sucrée et très peu parfumée, différait du lot JV, non acidulé, sucré et bien parfumé. Pour ce dernier nous avons trouvé peut-être moins de parfum qu'au début de l'expérience.

Pertes de poids. — L'humidité élevée du local de conservation a limité la dessiccation des fruits. Pour les lots V et JV la perte de poids était de l'ordre de l'erreur de pesée avec une bascule industrielle (1 % environ).

Altérations fongiques. — Dans les deux lots, 10 à 12 fruits seulement, soit 3 p. 100 du poids net total, ont été éliminés par suite de pourriture, le plus souvent au niveau du calice et des loges carpellaires.

Comportement ultérieur des fruits a l'air a 12° puis a 20° (lots V et JV)

Le maintien de ces deux lots de fruits dans l'air à 12° a permis l'évolution complète du jaunissement, en quatre semaines pour le lot V, en deux semaines pour le lot JV.

Les tests de maturité montrent que le lot V possède alors une chair tendre (2,4 kg), juteuse, assez bien sucrée et parfumée; ces fruits sont parvenus à leur pleine maturité. Le lot JV, devenu d'un jaune plus doré que l'autre, est légèrement plus ferme (2,7 kg) mais sa saveur n'a pas changé; ces fruits ne sont *pas encore mûrs.*

Nous avons contrôlé ensuite l'évolution de ces deux lots de fruits après une *maturation complémentaire d'une semaine à 20°.* On assiste alors au développement du parfum du lot V, plus net après sectionnement, mais sa saveur reste inchangée.

Le lot JV reste aussi ferme (2,7 kg), l'odeur à la coupe est plus intense et la dégustation prouve que les fruits sont parvenus au seuil de leur pleine maturité.

Fin avril, des fruits de ces deux lots toujours conservés à 12° dans l'air, étaient en parfait état de maturité. Quoique légèrement ridés, ces fruits avaient une chair juteuse et plus parfumée que lors des prélèvements antérieurs. Ils ne présentaient aucune altération.

Les lots V et JV ont été conservés pratiquement aussi longtemps qu'en frigorifique (6 mois). Or la prolongation de la durée de survie entraîne toujours une diminution progressive des qualités gustatives.

Dans nos expériences, si le traitement gazeux des quatre premiers mois a sensiblement réduit le parfum des fruits, nous avons assisté par contre à son développement progressif au cours du séjour ultérieur dans l'air normal.

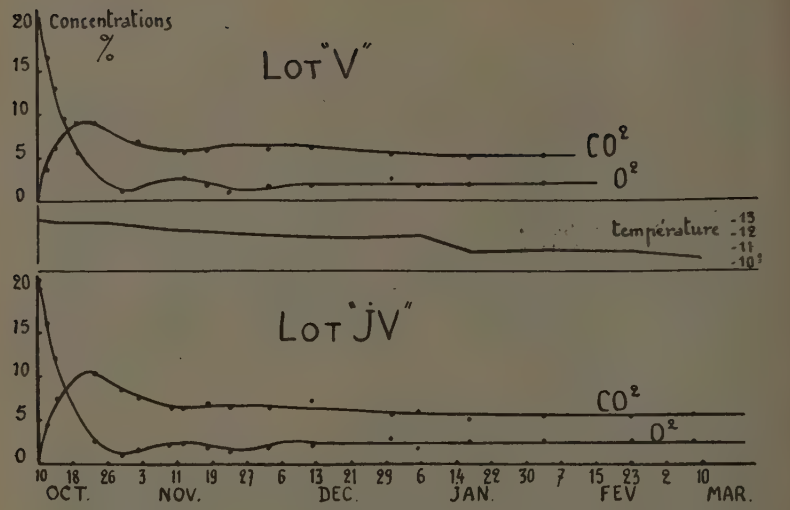


FIG. 2. — Évolution des teneurs en oxygène et en gaz carbonique de l'atmosphère des deux caissons.

COMPORTEMENT DES FRUITS DU LOT J

Les fruits du lot J ont été conservés en container jusqu'en fin décembre, c'est-à-dire un mois et demi seulement, puis maintenus encore 10 jours à la température de 20°.

Leur « prématuration » d'un mois à + 12° avant traitement en caisson les avait amenés à maturité complète (chair tendre (2,1 kg), juteuse, assez sucrée et parfumée).

Nous avons retrouvé exactement les mêmes caractéristiques après traitement en caisson. Dix jours après, à la température de 20°, les fruits étaient plus tendres (1,7 kg), mais leurs qualités gustatives étaient inchangées. Il n'a été observé aucune altération interne ou externe.

Si nous comparons les résultats obtenus, nous pouvons retenir que le lot J a bénéficié des avantages connus de la prématuration en ce qui concerne les qualités gustatives réellement excellentes des fruits, mais que la conservation a été de courte durée.

ÉVOLUTION DE LA COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE DES CONTAINERS

Voyons maintenant dans quelles conditions d'atmosphères gazeuses se sont trouvés nos fruits pendant leur séjour en caisson. Les graphiques de la figure 2 montrent que la tension d'oxygène a été abaissée en quinze jours au dixième de sa valeur initiale, et s'est maintenue sensiblement à ce niveau pendant les 100 et 130 jours suivants.

La courbe de concentration en gaz carbonique comprend toujours trois phases successives, qui sont, dans l'ordre, les suivantes :

1° une phase d'accumulation;
2° une phase de diminution;
3° une phase de stabilité.

Rappelons que les concentrations observées sont à tout moment la résultante de la production de gaz carbonique et de sa diffusion à l'extérieur. Pendant la phase d'accumulation (6 jours), l'intensité respiratoire initiale, élevée, l'emporte sur la diffusion. Ensuite (20 jours) sous la double influence dépressive de la raréfaction d'oxygène et de l'élévation du taux de gaz carbonique, l'émission de ce gaz décroît et les échanges par diffusion deviennent prépondérants. Finalement, un état d'équilibre s'établit.

Les valeurs de régime ont été légèrement différentes pour les lots V et JV, soit respectivement 5,5 p. 100 et 6 p. 100. Notons qu'à l'étranger la pomme Golden Delicious est conservée avec succès en atmosphères modifiées. Les températures et compositions gazeuses recommandées sont les suivantes :

En Hollande : $+3^0$, 10 p. 100 d'oxygène, 10 p. 100 de gaz carbonique (selon Van Hiele) (*). Aux États-Unis : -0^05, 2 p. 100 d'oxygène, 5 p. 100 de gaz carbonique (selon L. Ryall) (*).

Respiration des fruits en atmosphère modifiée

Nous avons suivi, parallèlement aux expériences de conservation, l'évolution de l'intensité respiratoire de pommes Golden Delicious placées dans un mélange gazeux artificiellement créé et dans les mêmes conditions de température. Dans un récipient hermétiquement clos contenant les fruits, on assure un renouvellement lent mais continu d'un mélange gazeux de composition proche de celle observée en container pendant la phase de stabilité.

Périodiquement, pendant quelques heures seulement, on obture complètement le récipient et l'on détermine les compositions gazeuses initiale et finale, grâce à un prélèvement suivi d'un dosage avec l'analyseur de Scholander.

Avec cette méthode, le calcul des valeurs d'émission du gaz carbonique suppose la connaissance du coefficient de dissolution de ce gaz dans le contenu cellulaire des fruits. Ce coefficient a été déterminé expérimentalement selon une technique originale qui sera décrite ailleurs.

Les résultats de ces mesures, exprimés en milligrammes de gaz carbonique libéré et d'oxygène absorbé par 100 grammes de fruits frais et par 24 heures, sont réunis dans la figure III. Ils se rapportent à 2 lots de 4 fruits traités de la même manière. L'intensité respiratoire de ces fruits verts, à 12^0 au moment de la récolte, figure à l'origine des courbes. On voit que le traitement gazeux a pour effet de réduire cette valeur de moitié, et que cette action dépressive est extrêmement rapide. Ensuite s'observe une « crise » respiratoire avec un maximum, d'une très grande durée; elle s'étend sur 100 jours environ; l'amplitude de la variation est relativement faible. Bien entendu les 4 fruits de chaque lot n'ont pas eu un comportement absolument identique, et cela doit être présent à l'esprit dans l'interprétation de la courbe (étalement et indentations).

Cette crise s'accompagne également d'un lent virage de la couleur. L'activité respiratoire de nos fruits en atmosphère modifiée se déroule donc d'une manière comparable à celle décrite par Kidd et West en atmosphère normale aux basses températures (1).

Pendant la conservation en caisson, la stabilité de la composition gazeuse prouve qu'à tout moment la quantité de gaz carbonique dégagée par les fruits est compensée par une quantité égale libérée à travers les parois. Il en est de même, mais en sens inverse, pour l'oxygène.

Il est évidemment difficile de réaliser automatiquement cet équilibre,

(*) Valeurs citées par R. Ulrich : « La conservation par le froid des denrées d'origine végétale » Paris (J. B. Baillière), 1954, 328 pages.

(1) *Rept. Food Invest. Board for the year* 1936, p. 113.

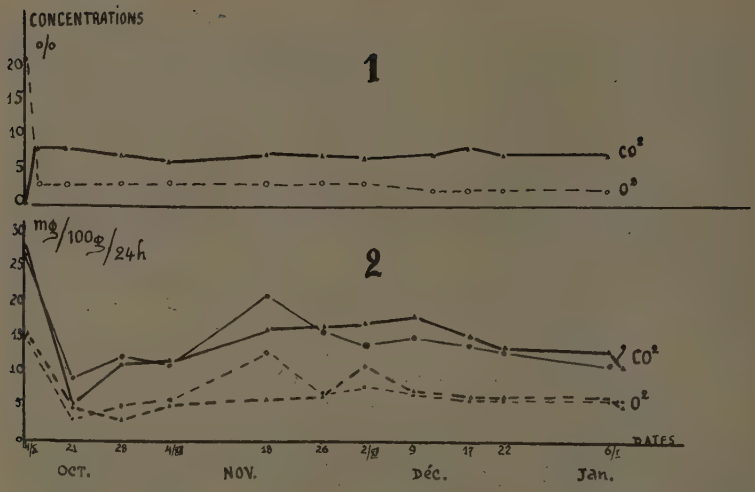


Fig. 3. — Évolution de l'intensité respiratoire des fruits, en atmosphère modifiée à + 12° ;
1. Composition du mélange gazeux artificiel.
2. Variations de l'intensité respiratoire de deux lots distincts de quatre fruits.

au niveau désiré, connaissant la grande variabilité du matériel vivant. C'est pourquoi les containers comportent des *orifices calibrés* que l'on peut ouvrir lorsque l'intensité respiratoire des fruits conduit à des échanges de gaz supérieurs à ceux que peuvent assurer les membranes.

Le bilan des échanges a été calculé sur l'exemple concret d'un container comportant 2,74 m² d'éthylcellulose de 75 μ d'épaisseur et contenant 100 kilogrammes de pommes « Golden Delicious ». L'atmosphère du caisson renfermait à l'équilibre 6 p. 100 de gaz carbonique et 2 p. 100 d'oxygène. La température du local était de 12°, l'humidité relative moyenne 0,9.

Nous avons comparé les quantités de gaz capables d'être échangées par les parois plastiques, aux quantités émises et absorbées par les fruits pendant une période de 24 heures.

1° *Échanges gazeux assurés par la membrane plastique.* — Nous avons déterminé par des mesures directes la perméabilité du film d'éthylcellulose utilisé et avons trouvé les valeurs suivantes :

$P_{CO_2} = 4.10^{-9}$ cm³/cm²/cm d'épaisseur/seconde/cm Hg
$P_{O_2} = 0{,}5.10^{-9}$ cm³/cm²/cm d'épaisseur/seconde/cm Hg

Les quantités de gaz carbonique et d'oxygène susceptibles d'être échangées journellement par les parois plastiques peuvent être alors facilement calculées :

$$Q_{CO_2} = 4.10^{-9} \times 27\,400 \times \frac{1}{0{,}0075} \times 86\,500 \times 4{,}56 = 5\,680 \text{ cm}^3/24 \text{ h}$$

$$Q_{O_2} = 0{,}5.10^{-9} \times 27\,400 \times \frac{1}{0{,}0075} \times 86\,500 \times 14{,}3 = 2\,230 \text{ cm}^3/24 \text{ h}$$

2° *Échanges gazeux des fruits.* — Connaissant l'intensité respiratoire moyenne pendant la phase de stabilité soit :

une émission de gaz carbonique de 12,8 mg/100 g/24 h (66,6 cm^3/kg/24 h);

une absorption d'oxygène de 6 mg/100 g/24 h (43,8 cm^3/kg/24 h).

Nous pouvons déduire les quantités réelles de gaz à échanger soit :

$$CO_2\ 66{,}6 \times 100\ kg = 6\,600\ cm^3/24\ h;$$
$$O_2\ 43{,}8 \times 100\ kg = 4\,380\ cm^3/24\ h.$$

Nous voyons immédiatement que pour l'exemple choisi, les parois d'éthylcellulose sont insuffisantes pour évacuer la totalité du gaz carbonique produit et ne peuvent fournir que la moitié du volume d'oxygène nécessaire aux fruits.

Le déficit a été effectivement comblé par la diffusion de l'air au travers d'un orifice de 6 millimètres de diamètre ouvert dans la paroi du caisson.

CONCLUSION

Le froid naturel, que nous dispensent caves et souterrains avec une parfaite stabilité, était jusqu'à maintenant considéré comme insuffisant pour assurer une conservation prolongée. Son association avec les atmosphères contrôlées réalisées en containers permet d'en tirer parti.

Les avantages du procédé sont multiples :

1° Les caissons constituant des unités de conservation autonomes, on peut à tout moment faire cesser l'action freinatrice de l'atmosphère modifiée de l'un d'entre eux sans modifier le comportement des autres.

2° On peut aussi, sur place, dans le récipient même de conservation, effectuer la maturation complémentaire des fruits par le seul retour à une atmosphère normale. La température modérée (10-12°) favorise une lente maturation et les fruits y gagnent en qualité, saveur et parfum. Les locaux étant humides, la turgescence reste parfaite.

3° Il est facile de contrôler la composition du mélange gazeux qui s'est automatiquement créé et de la rectifier éventuellement par l'ouverture d'orifices calibrés. Avec ce procédé on peut donc diriger la maturation des fruits.

4° Les caissons constituent un équipement de long usage. Leurs parois plastiques peu coûteuses sont d'un remplacement facile.

L'extension du procédé nécessite toutefois de nouvelles expériences.

(Laboratoire de Biologie végétale.
Station du Froid, Bellevue, C.N.R.S.).

M. Barbier. — Est-ce qu'on ne pourrait pas, avec un certain nombre de capillaires obtenir le même résultat qu'avec le film plastique?

M. Ulrich. — Il faudrait commencer par établir artificiellement la composition de l'atmosphère désirée car le capillaire ne sert qu'à maintenir ou à corriger la composition de l'atmosphère obtenue dans une première phase grâce au film plastique. Les capillaires ne laisseraient pas passer le gaz carbonique et l'oxygène dans les mêmes proportions que le film à perméabilité sélective.

M. R. Heim. — Ne pourrait-on trouver un autre mot que le mot « container »? Ce mot n'est-il pas réservé pour le transport?

M. Ulrich. — Certainement; au cours de l'exposé, je n'ai pas trouvé

de terme convenable. Dans le titre de la communication, j'ai conseillé l'expression d'enceinte limitée par des films plastiques.

M. Lavollay. — Les pommes que l'on trouve sur le marché sont souvent en un très mauvais état de conservation, que l'aspect extérieur du fruit ne permet pas de prévoir. (Ces remarques ne s'appliquent pas à la Golden Delicious et quelques autres variétés.)

L'expérience de M. Ulrich lui permet-elle de nous dire si les conditions de climat de la saison dernière sont en cause ou bien s'il faut incriminer les techniques de conservation?

M. Ulrich. — Effectivement, les conditions de climat de l'année passée n'ont pas été extrêmement favorables à une conservation prolongée des fruits. Mais il faut ajouter qu'on continue encore souvent en France à traiter les fruits comme on traiterait des cailloux, sans chercher si les conditions de la chambre froide leur conviennent. Ensuite, on les sort de l'entrepôt quand les cours sont favorables, et on s'aperçoit parfois un peu tard que la conservation n'a pas été excellente. Le consommateur en fait les frais.

Depuis des années, nous essayons, à la Station du froid, d'obtenir des entrepôts qu'ils veillent à ne pas conserver n'importe quoi, à n'importe quelle température, mais c'est extrêmement difficile de se faire entendre.

La pomme Golden Delicious se conserve bien à 0°; la pomme Calville blanc et beaucoup de variétés françaises se comportent mieux à +4°.

Il est indispensable de tenir compte des exigences de chaque variété.

SUR LA BIOLOGIE DE QUELQUES CHAMPIGNONS PARASITES DE LA CHATAIGNE ET PLUS PARTICULIÈREMENT DE PHOMA ENDOGENA (Speg.)

par **M. Ridé** et **C. Gudin**

(*Note présentée par* **M. J. Dufrénoy**)

La qualité de la châtaigne est compromise en France par le pourcentage élevé de parasites (insectes et cryptogames) qui envahissent la châtaigne tant sur l'arbre qu'en conservation.

De l'enquête conduite dans des régions climatiquement et géographiquement différentes (Haute-Vienne, Corrèze, Gard, Hérault, Ardèche, Var) sur les variétés Bourrue de Juilhac, Pellegrine, Coutinelle, Garenche, Aguyane, Combale, Bouche-Rouge, Marron-du-Luc, il ressort que :

1° Dès la récolte, deux pourritures prédominent, causées par des champignons pénétrant de préférence par l'orifice stylaire :

— la *pourriture brune*, due au *Phoma endogena* (Speg.), souvent suivie d'une momification du fruit;

— la *pourriture noire*, due à *Sclerotinia pseudotuberosa* (Rehm), dont la forme conidienne *Rhacodiella castaneæ* (Peyr.) transforme la chair de la châtaigne en une masse d'abord crayeuse puis noire.

2° La répartition de ces deux agents cryptogamiques est différente. Le *Phoma endogena* (Speg.) se rencontre dans toutes les régions ci-dessus mais son activité paraît plus élevée dans les expositions chaudes de l'Ardèche, du Gard et du Var. Le *Sclerotinia pseudotuberosa* (Rehm.) semble plutôt sévir dans les régions plus froides et humides, dans les châtaigneraies de bas-fonds de vallée (région d'Olargues p. ex.), sur les sols plus frais de Corrèze.

Ceci n'est peut-être pas sans relation avec le comportement de ces deux champignons vis-à-vis de la température optima :

Température	*Phoma endogena*	*Rhacodiella castaneæ*
Minimum	2°	5°
Optimum	27°	18°5
Maximum	35°	31°

Une variété comme la Bourrue de Juilhac est envahie par le *Sclerotinia pseudotuberosa* en Corrèze; elle l'est préférentiellement par le *Phoma endogena* sur un sol dégradé et ensoleillé du département du Gard.

3° Les variétés les plus précoces sont en général celles qui se conservent le plus mal. On peut se demander cependant dans quelle mesure existe une *sensibilité variétale* aux différents champignons parasites de la châtaigne.

On a mis en comparaison trois variétés relativement tardives : Combale, Bouche-Rouge et Bourrue de Juilhac. Les châtaignes, coupées en deux longitudinalement, sont inoculées à l'aide d'une pastille d'un diamètre égal (6 mm) de culture de *Phoma endogena, Rhacodiella castaneæ* et *Botrytis cinerea*. Les châtaignes inoculées sont maintenues en chambre humide à une température de 20°. La mesure du diamètre altéré autour de la pastille (en surface et en profondeur) permet d'apprécier la progression du champignon. L'expérience est répétée trois fois en cours de conservation de manière à tenir compte du stade physiologique de la châtaigne.

Bien que les résultats obtenus ne soient pas très significatifs, on peut dégager les tendances suivantes :

— la variété Bouche-Rouge paraît le moins rapidement envahie par les trois champignons;

— la variété Combale et la variété Bourrue de Juilhac ont une sensibilité égale vis-à-vis du *Phoma endogena*;

— la variété Bourrue de Juilhac est la plus sensible à l'invasion du *Rhacodiella castaneæ*;

— les trois variétés sont rapidement envahies par le *Botrytis cinerea*.

4° D'autres champignons peuvent entrer en concurrence avec le *Phoma endogena* et le *Sclerotinia pseudo-tuberosa*.

Il est remarquable de voir l'importance prise certaines années par le *Botrytis cinerea* et ceci parfois très tôt en saison. C'est ainsi qu'en 1956, ce champignon parasitait dès le mois d'août un grand nombre de châtaignes attaquées par la Tordeuse (*Pammene juliana* Cur.) et plus tard par le Carpocapse (*Laspeyresia splendana*). Ce micro-organisme put être en effet isolé de pédoncules, de cupules brunies sur l'arbre, et en conservation où il a pris une proportion considérable sur la variété Combale. Il envahit très rapidement la chair de la châtaigne en engendrant une pourriture molle, grisâtre. Des coussinets gris se forment à la surface des cotylédons et l'on constate l'apparition pendant la conservation, de sclérotes émergeant du péricarpe éclaté. Ces sclérotes se retrouvent fréquemment à la face interne des cupules au moment de la récolte et ultérieurement.

Le *Penicillium expansum* (Link) se présente fréquemment dans les lots mal ressuyés ou ayant subi un début de dessiccation. Moisissure commune des châtaignes, décrite parfois sous le nom de *Penicillium crustaceum* (L.). Fries, elle transforme tout ou partie des des cotylédons

en une masse desséchée, ocracée, pâle, au niveau de laquelle se développent des plages poudreuses vertes. La moisissure s'étend entre le péricarpe et le tégument de l'amande à la faveur de petites chambres humides créées par le décollement de ce dernier à la suite de ressuyages trop brusques.

Le *Penicillium expansum* croit encore à des températures très basses (2°) et a provoqué au cours des dernières années des accidents de conservation parfois très graves dans des chambres froides mal réglées.

Dans le Var, sur la variété Marron du Luc, nous avons pu mettre en évidence, en 1955 et 1956, la fréquence d'un champignon du genre *Cytospora* provoquant une pourriture grisâtre pendant la conservation à la cave. Ce champignon peut fructifier à la surface du tégument ou du péricarpe où il éjacule des cirrhes jaunâtres.

Le *Fusarium roseum*, beaucoup plus rare, détermine dans la masse cotylédonnaire, au voisinage de l'embryon, un ramollissement de la chair qui devient visqueuse et rosée.

Ces divers micro-organismes diffèrent profondément dans leur biologie *in vitro* et *in vivo* et leur diversité de comportement complique la recherche de méthodes de lutte appropriées.

Le *Phoma endogena* (Speg.) et la *Sclerotinia pseudo-turosa* (Rehm.) constituent néanmoins les deux parasites majeurs dont la biologie sera esquissée ici.

BIOLOGIE DU SCLEROTINIA PSEUDO-TUBEROSA (Rehm.)

En 1936, Arnaud et Barthelet ont fait une étude importante sur la position systématique de ce champignon et de sa forme imparfaite *Rhacodiella castanæ* (Peyr.).

Cet agent de la *pourriture noire* intervient dès la récolte. Sa fréquence est élevée en Corrèze sur la variété Bourrue de Juilhac : selon les années, dans les dix jours qui suivent la chute des fruits, 10 à 20 p. 100 sont atteints.

Ces pourcentages augmentent très rapidement en conservation, le champignon pénétrant sous forme mycélienne par les anfractuosités du péricarpe ou les orifices naturels tels que le canal stylaire, comme l'ont montré les inoculations artificielles réalisées en chambre humide.

Il faut peler entièrement la châtaigne (ôter le péricarpe et le tégument de l'amande) pour constater l'invasion de la forme conidienne *Rhacodiella castaneæ*. Au début de l'attaque, on trouve fréquemment à la surface des cotylédons des sillons gris ardoisé qui parcourent les replis de l'amande et correspondent aux zones suivies par les filaments mycéliens. La progression du champignon s'effectue souvent aussi dans le sillon intercotylédonnaire. Au cours du développement de l'attaque, la chair de la châtaigne devient tout d'abord crayeuse et terne, puis elle noircit.

En culture *in vitro*, le *Rhacodiella castaneæ* produit un mycélium tout d'abord hyalin puis noirâtre et verruqueux. Son optimum de développement est 18°5, sa limite inférieure de développement se situant à environ 5°, sa limite supérieure à 31°.

Le *Rhacodiella castaneæ* voit son développement considérablement ralenti, voire *stoppé si l'on réduit ses échanges respiratoires*, fût-ce par un simple ensachage dans une enveloppe de polyéthylène hermétiquement soudée.

La forme *Rhacodiella castaneæ* produit en culture de très nombreuses conidies qui contiennent un globule réfringent et naissent à l'extrémité de conidiophores en arbuscules. Nous ne sommes pas parvenu à faire germer ces microconidies sur les différents milieux, vitaminés ou non, que nous avons étudiés.

De même les essais de contamination réalisés à l'aide de suspension de microconidies sont restés négatifs, tant *in vitro qu'in vivo*. Par contre,

le mycelium pénètre aisément par la plumule et s'insinue entre l'amande et le tégument.

Le rôle des microconidies reste obscur. Toutefois, au cours d'une expérience de spermatisation croisée réalisée entre des masses stromatiques de *Rhacodiella castaneæ* et des microconidies de différentes origines, on a obtenu, dans 2 cas sur 60, l'apparition de la forme parfaite du champignon *Scerotinia pseudotuberosa*. Au bout de quatre mois en effet, on a pu voir apparaître des apothécies de 6 à 8 millimètres de diamètre, de couleur ocre sombre, à bords ourlés et portées par un pédicelle mince. Ceci pourrait laisser supposer que les microconidies jouent un rôle dans les phénomènes sexués du champignon.

Comme l'ont laissé entrevoir Arnaud et Barthelet, la contamination des châtaignes par le *Sclerotinia pseudotuberosa* paraît bien s'effectuer au sol. Des sacs mis en place quelques jours avant la chute des bogues ont permis de recueillir des fruits absolument indemnes de toute pourriture noire; les fruits tombés étaient contaminés dans la proportion de 30 à 40 p. 100 après trois semaines de contact avec le sol.

Le champignon se conserve d'une année sur l'autre dans les fruits contaminés restés sur le sol : les débris végétaux de châtaignier tombés au sol hébergent le champignon et aident à sa conservation.

La connaissance de la biologie du *Sclerotinia pseudotuberosa* permet de définir les modalités d'une lutte pratique contre ce champignon dans les régions où il sévit plus particulièrement. Le nettoyage des châtaigneraies, le travail du sol avec enfouissement des débris végétaux chaque fois que cela est possible, la réduction de l'étalement de la récolte quand les conditions climatiques sont défavorables (hygrométrie élevée) sont autant de mesures, pratiquées d'ailleurs autrefois, qui abaisseraient très rapidement les pourcentages d'altérations dues à la pourriture noire. Nous n'ignorons pas les difficultés que soulève l'application de ces trois mesures très simples dans l'état actuel de la châtaigneraie.

BIOLOGIE DU PHOMA ENDOGENA (Speg.)

Le *Phoma endogena* provoque une *pourriture brune* des châtaignes qui débute parfois sur l'arbre mais s'extériorise surtout en conservation. Le stade final de l'invasion se traduit par une *momification du fruit*. Des pycnides ponctiformes noirâtres peuvent apparaître sous et sur le tégument de l'amande et dans le sillon intercotylédonnaire.

Les manifestations de ce champignon rappellent celles décrites par Camici en 1950 et qui sont dues à *Phomopsis viterbensis* : Ciferri voit une relation entre *Phomopsis viterbensis* (Cam.) et *Phoma endogena* (Speg.), et propose la dénomination *Phomopsis endogena*. Nous resterons fidèle au binôme *Phoma endogena* car nous n'avons jamais trouvé jusqu'ici qu'un seul type de spores dans les pycnides formées par ce champignon. La variabilité de celles-ci est certes grande selon que l'on s'adresse à des mensurations faites sur le vivant ou sur des milieux de culture variés.

1° Caractères culturaux. — Qu'il soit isolé de rameaux, de feuilles, de bogues ou de fruits, le *Phoma endogena* se développe rapidement sur les divers milieux habituellement employés au laboratoire.

Il présente une grande plasticité vis-à-vis de la température : sa croissance est effective de $+2^0$ à $+35^0$, le mycélium étant encore viable à 37^0 au bout de 20 jours. Son optimum de développement se situe aux alentours de 27^0.

Sur milieu carotte, le *Phoma endogena* dévelope un mycélium blanc, en zones concentriques (zones plaquées à la gélose alternant avec des zones de mycélium aérien). Ces zones sont d'autant plus fréquentes que

la température se rapproche de l'optimum : 6 zones alternées en 6 jours à 27°, 4 zones à 19-20°, 3 zones à 13°, pas de zone aérienne nette à 5-7°.

L'*apparition* de pycnides en cultures paraît également suivre la courbe des températures croissantes. La fructification se fait en 5 jours à la température optima; la *densité* de fructifications augmente quand la température baisse. Au-dessous de 12°, on n'a pas constaté de formation de fructifications, même après 22 jours.

Ces observations peuvent être rapprochées de celles menées parallèlement dans la nature pendant la période de repos de la végétation. Il semble que l'apparition des pycnides se fasse plus rapidement en serre que dans la nature, ceci pour un stade physiologique identique de la plante-hôte.

Tant en culture que dans la nature, le *Phoma endogena* produit des pycniospores hyalines, oblongues, émises en grande quantité, de 2,4 × 8,1 μ de moyenne sur les milieux de culture courants.

2° Supports du Phoma endogena (Speg.). — Dès 1955, nous avions montré que le *Phoma endogena* était capable de s'installer sur l'arbre à la faveur de blessures provoquées (entailles ou cicatrices foliaires fraîches), qu'il y engendrait de légères réactions chancreuses, des pycnides pouvant se développer sur les parties mortes.

Dès le mois de *mars*, on peut observer le *Phoma endogena* sur les *onglets nécrosés* laissés par la chute des bogues et sur des *rameaux cassés* où ses pycnides se forment. Celles-ci éjaculent des cirrhes de couleur crème dès la fin du mois d'avril.

A partir du mois de *juin*, on peut observer sur les *feuilles* l'apparition de *taches nécrotiques* pouvant atteindre 3 millimètres de diamètre, taches très distinctes de celles provoquées par le *Mycosphærella maculiformis*. Ces taches se rencontrent jusqu'à la récolte et il s'y forme parfois des pycnides éparses qu'on peut amener à maturité.

Peu après la nouaison, les *cupules* peuvent être à leur tour atteintes. Ce sont en particulier les cupules ayant subi les attaques du *Pammene juliana* en juillet et du *Laspeyresia splendana* en août qui sont contaminées par le champignon, en concurrence d'ailleurs avec le *Botrytis*. Le *Phoma endogena* a pu être isolé à cette époque des tissus de la cupule et des pédoncules.

Au mois de *septembre*, des *taches brunes* aréolaires se développent à la périphérie des plumules. On peut alors isoler le *Phoma endogena* qui fructifie sous sa forme pycnidienne sous le tomentum de la face interne des cupules. La présence du champignon à l'intérieur des bogues explique la contamination du fruit, en particulier par le canal de l'orifice stylaire.

Il est facile d'isoler le champignon des tissus de la cupule et des fruits à la récolte et au cours de la conservation.

3° Role parasitaire du *Phoma endogena*. — La fréquence du *Phoma endogena* sur à peu près tous les organes aériens du châtaignier nous a incité à voir quel était son rôle parasitaire exact en réalisant un certain nombre d'inoculations artificielles en serre ou dans la nature, à différentes époques de l'année.

a) *Inoculations en serre*. — Elles ont été faites sur de jeunes arbres en pleine végétation, au mois d'avril. On a comparé les réactions de l'arbre aux inoculations de la souche de *Phoma endogena* à celles produites par :

— une souche de *Coniothyrium* sp.;
— une souche de *Fusarium roseum*;
— une souche virulente de *Diplodina castaneæ* (Prill. et Del.);
— une souche avirulente de *Diplodina castaneæ*.

Les inoculations ont été faites sur les variétés Combale et Bouche-Rouge; les notations réalisées en mai, juin, juillet et août. On a défini

pour chaque type de lésion un indice de gravité, dans une échelle de 0 à 4, le stade 0 correspondant au comportement du témoin avec cicatrisation rapide de la blessure d'inoculation, le stade 4 correspondant au contraire à la mort de la partie distale du rameau inoculé.

Seule, la souche virulente de *Diplodina castaneæ* provoque la mort du rameau inoculé. Le *Fusarium* n'a à peu près aucune action. Le *Coniothyrium* a un rôle parasitaire faible; les lésions se cicatrisent rapidement.

Le *Phoma endogena* provoque au contraire une réaction violente de l'arbre avec formation d'un *faciès chancreux*. Ce chancre n'est *toutefois pas à caractère chronique* et une cicatrisation lente semble se produire en 4 mois. Des pycnides se forment sur les parties mortifiées.

b) *Inoculations dans la nature.* — Elles ont été faites dans l'Ardèche en août et septembre 1956, en mars, août, septembre et octobre 1957. Ces inoculations ont été réalisées par blessures tangentielles, sur rameaux de 1 ou 2 ans, sur pédoncules de bogues et à l'extrémité de rameaux fraîchement sectionnés, enfin sur des rameaux défeuillés ou non, pendant les mois d'août et septembre seulement.

Le même système de notation par indice a été employé. Pour les inoculations en bouts, on a jugé la progression du champignon par la longueur de la partie nécrosée.

Les inoculations du mois d'août 1956 sont restées négatives dans la majorité des cas. Les inoculations de fin septembre 1956 se sont traduites par l'apparition de *nécroses localisées*, certaines d'entre elles évoluant avec une forte réaction cicatricielle au printemps 1957.

Les inoculations de mars 1957 ont évolué comme les inoculations en serre avec formation de lésions d'*aspect chancreux* parfois très importantes et apparition de *pycnides*. Les inoculations faites en juillet sur pédoncules de bogues ont peu évolué (1 à 2 mm au plus).

Les inoculations effectuées en août sur rameaux vigoureux et feuillus sont restées négatives pour la plupart. Au contraire, les inoculations faites sur *rameaux affaiblis* par une défeuillaison précoce naturelle ou artificielle donnent des réactions *nécrotiques locales* évoluant parfois de plusieurs centimètres en l'espace d'un mois.

En septembre, les inoculations ont donné des résultats positifs dans les mêmes conditions, la progression du champignon étant toutefois ralentie, probablement par suite de la baisse de la température. Au moment de la récolte de nombreux pédoncules de bogues sont envahis par le *Phoma endogena*.

Il semble donc que le *Phoma endogena* puisse être considéré sur l'arbre comme un *parasite de faiblesse à action très limitée*. Son installation paraît en effet se réaliser :

— soit sur des *organes affaiblis ;*

— soit sur des *organes s'acheminant vers l'état de repos*, sa pénétration s'effectuant à l'occasion de blessures provoquées en particulier par la chute des bogues ou le gaulage au moment de la récolte.

Au printemps et de bonne heure en été, l'arbre réagit en limitant le front d'avance du champignon par la formation d'un bourrelet cicatriciel.

c) *Influence des facteurs climatiques et du stade phénologique sur la contamination du fruit.* — Afin d'étudier cette influence, des ensachages de cupules ont été réalisés en 1956 et 1957 tous les quinze jours, ceci de la fin du mois de juillet (c'est-à-dire peu après la nouaison) jusqu'à la fin du mois de septembre (soit 3 semaines avant la récolte).

Dans une série parallèle, des cupules contaminées artificiellement tous les quinze jours par des pulvérisations de spores de *Phoma endogena* ont été également ensachées aux dates d'inoculations. Les conditions locales de température et d'hygrométrie ainsi que les précipitations ont été enregistrées.

Les bogues ont été récoltées le 24 octobre dans leur sac et leur contenu

analysé après un mois de conservation à la cave à 10-12° et 80-90 p. 100 d'humidité, de manière à accentuer les différences par un développement important des pourritures dans les châtaignes contaminées.

Les *résultats* sont les suivants :

Contaminations artificielles. — Les inoculations artificielles montrent que la contamination du fruit peut s'effectuer dès le mois de juillet avec un maximum d'intensité (jusqu'à 70-80 %). La période de la *nouaison* paraît correspondre à un stade de *sensibilité* du fruit.

Les contaminations artificielles donnent un pourcentage de fruits malades de plus en plus faible jusqu'au début du mois de septembre. Au contraire, on assiste à un *relevé* de ce *pourcentage* vers la *fin* du mois de *septembre*, ce qui peut s'expliquer par l'augmentation des températures moyennes (phénomène qui s'est produit tant en 1956 qu'en 1957), de l'hygrométrie et probablement aussi par la présence de l'inoculat naturel.

Contaminations naturelles. — La courbe des contaminations naturelles est tout à fait différente. Elle montre que la contamination peut prendre place dès l'époque de la nouaison; elle est cependant réduite à cette époque (10 à 15 %), probablement à cause d'une densité d'inoculum faible à ce moment dans la nature (contrairement à ce qui se passe dans le cas des inoculations artificielles massives). La contamination naturelle *augmente* progressivement *jusqu'à la récolte* pour atteindre 25 à 30 p. 100. Il est probable que l'inoculum toujours présent dans la nature se manifeste plus intensément pendant les périodes d'hygrométrie élevée; les précipitations aidant à la dispersion des spores.

D'autre part, nous avons vu que les jeunes bogues pouvaient être contaminées très tôt, créant ainsi de nouveaux foyers d'infection dont l'activité doit se répercuter sur l'ensemble de la saison par des *contaminations secondaires.*

d) *Rôle des insectes parasites de la châtaigne.* — Le rôle des insectes n'est pas à négliger dans la contamination. Les jeunes bogues attaquées par le *Pammene juliana* sont, nous l'avons dit précédemment, envahies très rapidement par le *Botrytis cinerea* ou le *Phoma endogena.*

Les courbes de capture de *Pammene juliana* se superposent exactement à la première période de sensibilité.

Les attaques de *Laspeyresia splendana* ne sont peut-être pas sans jouer un rôle également dans l'augmentation de la contamination naturelle au mois de septembre. Les jeunes larves pénètrent en effet dans les bogues dès le début du mois de septembre, créant des blessures favorables à l'installation du champignon.

CONCLUSION

Les faits que l'on vient de décrire ont permis, d'une part de préciser l'importance de la répartition des micro-organismes responsables des pourritures des châtaignes en France, d'autre part d'établir le cycle biologique complet et les conditions de développement de l'un des plus importants d'entre eux, le *Phoma endogena.*

Ce champignon s'installe à l'automne à la faveur des lésions laissées par la chute des fruits et des feuilles ou provoquées par l'homme. Il se conserve sur l'arbre pendant l'hiver et fructifie tôt au printemps. Les pycnides formées éjaculent des spores à la faveur de précipitations, dès le mois de mai. Les feuilles puis les cupules sont alors contaminées, des contaminations secondaires pouvant se produire jusqu'à l'automne. La nouaison est une période de sensibilité. Le champignon peut fructifier sur et à l'intérieur de la cupule elle-même. L'orifice stylaire et les lésions

provoquées par les insectes sont autant de points d'entrée naturelle pour le champignon.

L'ensemble de ce travail vise un but essentiellement pratique, mais ses conséquences n'en seront valables que pour une châtaigneraie à fruits transformée et rajeunie, abordable, où pratiques culturales et traitements pourraient être effectués dans de bonnes conditions.

Si des traitements devaient intervenir, ils tiendraient compte des données biologiques ci-dessus, visant d'une part à réduire l'installation du champignon au moment de sa période la plus favorable (à la récolte), d'autre part à l'empêcher de fructifier (traitement de prédébourrement), les traitements préventifs enrayant la contamination du fruit devant pouvoir s'appliquer d'une façon mixte avec les traitements insecticides contre *Pammene juliana* et *Laspeyresia splendana*.

LES PROCÉDÉS DE DÉSINFECTION DES CHATAIGNES DE CONSOMMATION

par **M. Ridé** et **C. Gudin**

(*Note présentée par* **M. J. Dufrenoy**)

L'étude de la biologie des champignons responsables des altérations des châtaignes a permis de poser les bases d'une lutte théorique contre ces organismes dans la nature. Les possibilités de lutte sont liées à la reconversion de la châtaigneraie et à la création plus ou moins lointaine de véritables vergers à fruits, à l'aide de plants résistants à la maladie de l'encre et au chancre provoqué par l'*Endothia parasitica*.

La nécessité de sauvegarder le produit de la récolte s'impose, tant à la ferme qu'au niveau coopératif. Les consommateurs et les industries de transformation ont besoin d'un produit de qualité se conservant suffisamment longtemps.

Des divers procédés de désinfection proposés depuis quelques années nous retiendrons les trempages de longue durée dans l'eau, ou dans l'eau additionnée d'acide sorbique selon Bidan, Barret et Mollard (1958).

I. — LES PROCÉDÉS CHIMIQUES

a) Les fumigants. — *L'oxyde d'éthylène*, *l'oxyde de propylène* et le *bromure de méthyle*, parfois conseillés pour la désinfection des châtaignes, sont fongicides ou fongistatiques. Lanza, en 1950, préconise leur emploi.

Sous vide partiel, les cultures et les spores de *Penicillium expansum* (Link.), *Phoma endogena* (Speg.), *Rhacodiella castaneæ* (Peyr.) et *Botrytis cinerea* sont inhibées à la concentration de 40 grammes par mètre cube pendant vingt-quatre heures pour l'oxyde de propylène, à la concentration de 50 grammes par mètre cube pendant quatre heures pour l'oxyde d'éthylène.

Mais la transposition *pratique* de ces résultats est *rigoureusement impossible*. Si les deux fumigants ci-dessus sont intéressants dans certaines désinfections de graines dont la teneur en eau est très faible, l'application de ces produits à la châtaigne, fruit très fragile, contenant 50 à 55 p. 100 d'eau à la récolte, altère gravement la chair, même aux faibles concentrations.

Quant au bromure de méthyle, il est un piètre fongicide vis-à-vis des germes signalés ci-dessus.

b) Trempage de courte durée dans l'eau additionnée de produits chimiques. — Pour éviter les inconvénients des trempages prolongés dans l'eau, on avait pensé réduire ceux-ci au minimum en ajoutant des substances antiseptiques au bain de trempage.

En 1955, le *sulfate d'orthoxyquinoléine*, signalé comme actif, a été utilisé à la concentration de 5.10^{-4} pendant un quart d'heure sur les variétés Combale et Bouche-Rouge. Les résultats sont faiblement significatifs. Les fruits possèdent en outre une *saveur amère* très persistante.

En 1956, sur les mêmes variétés, le sulfate d'orthoxyquinoléine, employé à la concentration de 10^{-4} pour éviter l'amertume signalée ci-dessus, se révèle comme un *accélérateur* du développement des pourritures.

Le *bromure de lauryldiméthylbenzylammonium*, employé sur les mêmes variétés et aux mêmes époques, à la concentration de 10^{-4} de 1955 et 5.10^{-4} en 1956, montre une *efficacité* significative pour cette dernière concentration. Ce produit doit être lui aussi abandonné par suite d'une *modification de saveur* trop prononcée au cours de la conservation.

II. — LES PROCÉDÉS PHYSIQUES

Ils font essentiellement appel à l'emploi de la chaleur humide ou de la chaleur sèche.

a) Le rayonnement infra-rouge. — Busnel, Darpoux et Ridé montraient en 1951 qu'on pouvait assurer la désinfection *superficielle* des châtaignes polluées par les spores d'*Endothia parasitica* par passage dans un four à infra-rouge entre deux lits de lampes paraboliques de 250 watts distantes de 10 centimètres, pendant des temps variant de 70 à 90 secondes. Les normes indiquées sont toutefois à la limite de l'utilisation et des décollements du péricarpe sont à craindre.

Dans ces limites, l'échauffement en profondeur produit par le rayonnement infra-rouge est incapable d'assurer une désinfection interne du fruit vis-à-vis du *Rhacodiella castaneæ* et du *Phoma endogena* qui restent parfaitement *viables*.

Si l'on augmente les temps de passage, on provoque un début *d'hydrolyse de l'amidon* préjudiciable à une bonne conservation. Ce procédé est donc à rejeter.

b) Étuvage. — Pour des raisons identiques, l'étuvage des châtaignes à des températures d'environ 50^0 et en hygrométrie contrôlée de 80 p. 100 ne peut être retenu. Les *risques de détérioration* de l'amande sont trop grands, pour un résultat aléatoire.

III. — LES PROCÉDÉS BIOLOGIQUES

A l'échelon coopératif et industriel, on pratique depuis longtemps en Italie le trempage des châtaignes dans l'eau pendant de longues durées (6 à 12 jours) : Voglino (1928) puis Servazzi (1935) conseillent également le trempage dans l'eau à 50^0 pendant quarante-cinq minutes pour les châtaignes d'exportation vers l'Amérique, destinées uniquement à la transformation.

Devant les échecs subis au cours des divers essais signalés ci-dessus, nous sommes revenus à une étude plus détaillée de l'efficacité des trempages de longue durée dans l'eau. Ces traitements sont pratiqués en France par de rares groupements et leur efficacité a parfois été dénigrée à tort.

a) Les trempages de longue durée. — Le tableau n° I permet de comparer l'efficacité de trempages dans l'eau de plus en plus longs sur deux variétés commerciales : Combale et Bouche-Rouge.

TABLEAU I

ÉVOLUTION DU POURCENTAGE DE CHATAIGNES ALTÉRÉES PAR LES CHAMPIGNONS DU 25 OCTOBRE 1957 AU 15 FÉVRIER 1958

(Conservation en stratification dans le sable après trempage)

(Les chiffres sont exprimés en %)

VARIÉTÉ	DURÉE DU TREMPAGE DANS L'EAU	ÉPOQUE DE COMPTAGE			
		25 oct.	1-5- déc.	5-9 janv.	12-15 fév.
Combale	4 j		19	39	48
	8 j		9	24	28
	8 j eau renouv.*		12	22	32
	Témoin	5	37	52	82
Bouche-rouge	1 h		15	24	25
	6 h		12	25	26
	1 j		9	16	24
	2 j		9	13	15
	4 j		7	13	13
	8 j		6	8	13
	8 j eau renouv.*		8	8	12
	Témoin	2	11	19	25

* Le renouvellement de l'eau est effectué toutes les 24 heures.

Après trempage, tous les lots de châtaignes subissent un ressuyage ramenant la teneur en eau du fruit entre 51 et 54 p 100. Ils sont conservés à la cave en stratification dans le sable, à une température variant de 9 à 12°.

Les résultats font apparaître :

— la *sensibilité relative* des châtaignes de la variété *Combale* opposée aux qualités naturelles de bonne conservation des châtaignes de la variété Bouche-Rouge;

— pour les deux variétés, une amélioration très substantielle de la conservation lorsque les châtaignes sont immergées dans l'eau pendant un temps suffisamment long (ici 8 jours). En l'espace de quatre mois, on passe de 5 à 82 p. 100 de châtaignes détériorées pour la variété Combale, contre une variation de 5 à 28 p. 100 pour les châtaignes trempées huit jours dans une eau non renouvelée.

Ces premiers résultats, obtenus à l'issue de la campagne 1957-1958, nous ont incité à introduire dans les essais, en 1958-1959, les variables suivantes :

— MODE DE TREMPAGE :
eau non renouvelée (durée 2 j., 4 j., 8 j.);
eau renouvelée journellement (durée 8 j.);
eau courante (durée 8 j.);
eau non renouvelée additionnée d'acide sorbique à la concentration de 1,6 g/l.

— MODE DE CONSERVATION APRÈS RREMPAGE :
en stratification dans le sable à 10-12°;
en tas à 10-12°;
en chambre froide à 0°.

— Durée de conservation :
2 mois;
3 mois;
4 mois.

— Variétés :
Combale (contaminée à 5 % le 20 octobre);
Bouche-Rouge (contaminée à 2 % le 20 octobre).

Les pourritures des châtaignes en cours de conservation relevant essentiellement de deux types :

— pourriture noire causée par le *Rhacodiella castanea;*
— pourriture brune causée par le *Phoma endogena,* on a cherché à apprécier l'efficacité des traitements sur chacune d'entre elles.

TABLEAU II

Effet de la durée du trempage dans l'eau non renouvelée sur l'ensemble des pourritures pour les variétés combale et bouche-rouge (1958-1959)

(Résultats exprimés en %)

Variété	Traitement	Conservation 10°			Conservation 0°		
		Déc.	Janv.	Fév.	Déc.	Janv.	Fév.
Combale	0 j	50	49	45	18,5	34,5	65
	2 j	33	53	76	9,5	29,5	56
	4 j	27,5	52	61	13,5	21,5	54
	8 j	14,5	40	60,5	15	16,5	21
Bouche-Rouge	0 j	15	25	24	5	17	33
	2 j	10	17	19,5	2,5	15,5	51
	4 j	10	14,5	13	4,5	7	36
	8 j	2,5	11,5	15,5	5	4	14,5

Pourcentage de fruits altérés à la récolte le 20 octobre :
Combale : 6 %
Bouche-Rouge : 1 %

Le tableau II fait apparaître :

— la plus *grande sensibilité* de la variété *Combale* par rapport à la variété Bouche-Rouge;

— *l'influence de la durée du trempage* dans l'eau non renouvelée : *huit jours* représentant la durée optima. L'effet de ce trempage, valable à 0° sur les quatre mois de conservation pour les deux variétés, perd rapidement sa valeur pour la variété Combale conservée à 10° : pour cette variété, l'action du trempage n'est significative que sur un mois et demi.

Le tableau III montre qu'un trempage dans *l'eau courante* s'avère *inefficace* et même nuisible à 0° pour une variété susceptible comme la Combale.

TABLEAU III

Effets comparés du trempage dans l'eau non renouvelée et dans l'eau courante pendant 8 jours sur l'évolution des pourritures de la variété Combale

Traitement : eau	Conservation 10°			Conservation 0°		
	Déc.	Janv.	Fév.	Déc.	Janv.	Fév.
Non renouvelée	14,5	40	60,5	15	16,5	21
Courante	31,5	63	59,5	14,5	30	43,5

TABLEAU IV

Effets comparés du trempage dans l'eau non renouvelée 8 jours et dans l'eau additionnée d'acide sorbique pour l'ensemble des pourritures (noire, brune et diverses) sur la variété Combale

Traitement	Conservation 10°			Conservation 0°		
	Déc.	Janv.	Fév.	Déc.	Janv.	Fév.
Eau 8 jours	14,5	40	60,5	15	16,5	21
Eau 8 jours + acide sorbique	17	15	23,5	11	19	34

Le tableau IV ne fait apparaître aucune différence significative entre les châtaignes trempées dans l'eau non renouvelée et dans l'eau additionnée d'acide sorbique lorsque la conservation a lieu à 0°. *L'acide sorbique* montre au contraire une *action* très nette à la température de *10°*.

On peut estimer que les procédés de trempage dans *l'eau* pendant *huit jours* avec ou sans adjonction d'acide sorbique, permettent une conservation très honorable des châtaignes en *chambre froide* pendant *trois mois*. Cette conservation n'est assurée que pendant *un mois et demi* par le trempage dans l'eau suivie de conservation à la *cave*. L'acide sorbique permet de prolonger considérablement ce délai.

Le tableau V permet d'expliquer l'action de l'acide sorbique. Les deux champignons pathogènes responsables l'un de la pourriture brune (*Phoma endogena*) et l'autre de la pourriture noire (*Rhacodiella castaneæ*) ont en effet une biologie très différente et les résultats obtenus ne sont probablement qu'une des expressions de ce fait.

Aucune différence significative entre les deux types de traitements n'apparaît pour les pourritures brunes, en conservation à 0° ou à 10°.

Par contre, *l'action de l'acide sorbique est nette sur la pourriture noire.* lorsque la conservation a lieu à 10°.

L'adjonction d'acide sorbique aux bains de trempage est utile dans les localités et pour les variétés où la pourriture noire est l'agent essentiel de détérioration.

TABLEAU V

COMPARAISON ENTRE L'EFFET DU TREMPAGE DE LONGUE DURÉE (8 JOURS) DANS L'EAU OU DANS L'EAU ADDITIONNÉE D'ACIDE SORBIQUE SUR LA VARIÉTÉ COMBALE

POURRITURE	TRAITEMENT (8 jours)	CONSERVATION 10°			CONSERVATION 0°		
		Déc.	Janv.	Fév.	Déc.	Janv.	Fév.
BRUNE	Eau non renouvelée . .	9	17,5	14,5	10,5	13,5	15,5
	Eau + acide sorbique	12	10,5	15	11	16	22,5
NOIRE	Eau non renouvelée . .	2,5	20,5	39,5	2	1	3,5
	Eau + acide sorbique . .	1	1	0	0	0	0,5

b) CONDITIONS DE RÉUSSITE DES TREMPAGES. — Quel que soit le procédé de trempage employé, le résultat obtenu au cours de la conservation dépend :

— *de la récolte*, dont on doit *éviter l'étalement* lorsque les précipitations sont élevées, ou dans les régions particulièrement humides. La prolongation du contact des fruits avec le sol favorise la pourriture noire;

— des *variétés*, plus ou moins sensibles à tel ou tel type de pourritures. Il y aura donc à veiller à *l'homogénéité des lots traités*, le mélange de variétés pouvant être néfaste à la conservation ultérieure. Le *triage* doit être sévère.

— *Des conditions de ressuyage :*

L'inconvénient majeur présenté par les méthodes de trempage est la difficulté d'obtenir un ressuyage correct des lots.

La châtaigne doit être ramenée à une teneur en eau telle que les moisissures de surface ne puissent se développer par excès d'humidité, mais telle aussi que l'amande, le tégument et le péricarpe restent étroitement accolés. Un début de dessiccation permet en effet l'installation rapide du *Penicillium expansum.*

Dans la pratique, on assure le ressuyage par l'étalement des châtaignes sur des aires constamment aérées et par brassages fréquents. Les difficultés surviennent à partir du moment où l'on est obligé de prolonger le ressuyage, en particulier pendant les saisons où l'hygrométrie atmosphérique est élevée. Les tunnels à ventilation forcée n'ont pas donné jusqu'à ce jour de résultats probants. L'expérience devrait être reprise.

— *Des conditions d'entreposage :*

A l'échelon coopératif, l'entreposage des marchandises traitées doit se faire dès que possible en *chambre froide à* 0°. Tout délai est préjudiciable à une bonne conservation. L'industrie de transformation préfère le stockage en congélation rapide qui a l'avantage de bloquer tout développement de micro-organismes.

Nous rappellerons le procédé préconisé par Ulrich et Ildis qui pourrait être le moyen de conservation idéal : entreposage à 0° avec un enrichissement de l'air en CO_2 dont la concentration est maintenue à 30 p. 100 avec une humidité relative de 0,8.

Les procédés de trempage peuvent être appliqués à la ferme. Mais

de plus en plus, le cultivateur tiendra à réaliser l'écoulement de sa marchandise auprès des groupements coopératifs ou des organismes transformateurs. De l'observation des règles ci-dessus dépendra le succès de l'opération et la châtaigne pourra prétendre redevenir un fruit de qualité.

M. Oudin, *correspondant.* — Je voudrais souligner l'intérêt pratique des travaux poursuivis sur la conservation des châtaignes.

La châtaigne a joué autrefois, dans certainse régions, une importance considérable et faisait l'objet d'un large marché. Pour bien des motifs, cette importance a considérablement diminué. Une des raisons de cette régression est la rapidité actuelle de sa contamination, alors qu'il y a quelques décades, elle gardait intactes pendant plusieurs mois toutes ses propriétés.

La recherche et la diffusion d'une méthode efficace, simple, économique de conservation sont à la base de tout effort de revalorisation du marché de la châtaigne.

LA CONSERVATION DES CHATAIGNES DE SEMENCE

par **A. Perrau, C. Gudin** et **M. Ridé**

(*Note présentée par* **M. J. Dufrenoy**)

Comme la châtaigne de consommation, la châtaigne de semence est rapidement détériorée, même en stratification, par des champignons divers : *Phoma endogena* (Speg.), *Penicillium expansum* (Link), *Sclerotinia pseudo-tuberosa* (Rehm) (1).

Les dégâts sont d'autant plus graves que les châtaignes auxquelles on s'adresse sont souvent des mélanges de variétés et qu'elles sont récoltées dans des conditions défectueuses. Les pertes peuvent être de l'ordre de 60 à 80 p. 100 au moment de la mise en place des jeunes plants, après quatre mois de conservation.

C'est pourquoi il a semblé intéressant d'appliquer aux châtaignes de semence les procédés qui avaient donné satisfaction dans la lutte contre les champignons parasites des châtaignes de consommation (2).

Ces méthodes « physiologiques » (trempages de longues durées dans l'eau) ont été comparées aux procédés de désinfection chimique : disulfure de tétraméthylthiurame, chlorure de méthoxyéthylmercure, suflate basique decuivre).

I. — CONDITIONS DES ESSAIS

a) Les variétés. — Deux variétés de châtaignes ont été mises en comparaison :

— la *Bourrue de Juilhac,* châtaigne de consommation, fréquemment employée comme semence, particulièrement sensible à la pourriture noire, a été récoltée le 31 octobre en Corrèze, par temps particulièrement humide et comportait au départ 6 p. 100 de fruits atteints de *Sclerotinia pseudo-tuberosa;*

— le *Marron du Luc,* châtaigne excellente de consommation, achetée par le cultivateur le 26 octobre, dans la région de Collobrières (Var). Ces châtaignes présentaient 10 p. 100 de fruits plus ou moins détériorés dont 5 p. 100 de moisissure verte due à *Penicillium expansum.* Ces châtaignes avaient en effet subi un commencement de dessiccation.

b) Traitements. — Les traitements ont été pratiqués les 2 et 3 novembre, sur des lots de 10 kilogrammes, après homogénéisation.

1° *Les produits chimiques.* — Le *chlorure de méthoxyéthylmercure* est employé à la concentration de 1 gramme par litre d'un produit commercial à 3,5 p. 100 de mercure et 0,6 p. 100 de chlore, concentration correspondant à 8 fois la concentration minimum d'inhibition observée *in vitro* pour le *Phoma endogena* et à 4 fois celle observée pour la forme conidienne de *Sclerotinia pseudo-tuberosa*. L'immersion des châtaignes dans la solution dure un quart d'heure.

— Le *disulfure de tétraméthylthiurame* (T.M.T.D.), sous forme poudreuse à 50 p. 100 de matière active, est appliqué par une méthode d'enrobage huileux à raison de 2 grammes de produit commercial et 5 millilitres d'huile de vaseline par kilo de châtaigne. L'enrobage est réalisé d'une manière régulière par brassage dans un cylindre à axe horizontal. La concentration utilisée est 4 fois supérieure à celle obtenue dans les essais *in vitro* sur le champignon le plus résistant : le *Penicillium expansum*.

— Le *sulfate de cuivre basique* est utilisé à la concentration de 5 p. 100 d'un produit commercial à 35 p. 100 de cuivre métal. Les châtaignes sont immergées un quart d'heure.

2° *Trempage de longue durée dans l'eau.* — Celui-ci est assuré en immergeant les châtaignes dans l'eau pendant huit jours, à raison de 2 litres d'eau pour 1 kilogramme de châtaignes.

Comme dans le cas des trempages de courte durée avec produits chimiques, les châtaignes sont brassées pendant quelques minutes pour permettre l'élimination des châtaignes véreuses ou trop desséchées.

3° *Trempage de longue durée dans l'eau additionnée d'acide sorbique.* — A titre de comparaison, on a traité des lots de châtaignes par la méthode conseillée par Bidan, Barret et Mollard : les châtaignes sont trempées pendant huit jours dans l'eau additionnée d'acide sorbique à la concentration de 1,6 g/l.

c) Conditions de conservation. — Tous les lots, quel que soit le procédé de traitement, sont mis en place en *stratification dans du sable et sans ressuyage préalable*, les conditions atmosphériques ne permettant pas celui-ci.

La stratification a lieu par lit de deux épaisseurs de châtaignes alternant avec des lits de sable d'environ 5 centimètres, le tout reposant sur un lit de mâchefer.

La stratification a été réalisée :

— dans une *cave* dont la température a varié de 9 à 12° pendant quatre mois, l'hygrométrie étant toujours supérieure à 80 p. 100. Seuls les lots traités par des produits chimiques et un lot témoin ont subi ce type de conservation;

— *en plein air sous abri* : le sol est creusé à 20 centimètres de profondeur, de manière à permettre l'installation des parois des cases et d'un lit de mâchefer. La protection contre les intempéries est simplement assurée par un système de claies en lattes de bois recouvertes de paillassons. L'aération est constante. Un buttage des cases assure une protection suffisante contre le gel. Les températures moyennes mensuelles ont varié de 2°5 à 5°9 pendant les quatre mois de conservation, les minima atteints étant de l'ordre de —3°7. Tous les lots subissent ce dernier mode de conservation;

— un lot *témoin* stratifié est conservé pour chaque variété, tant en plein air qu'à la cave. Un lot témoin non stratifié est d'autre part conservé à la cave.

d) Contrôle. — L'appréciation des résultats est faite selon la méthode signalée dans une note précédente :

— prélèvement mensuel dans chaque lot de 200 châtaignes (en 4 répétitions de 50);

TABLEAU I

ÉVOLUTION DES TYPES DE POURRITURES POUR LA VARIÉTÉ « BOURRUE DE JUILLAC »

TRAITEMENT CONSERVATION	DÉCEMBRE				JANVIER				FÉVRIER			
	PB	PN	PV	I+P	PB	PN	PV	I+P	PB	PN	PV	I+P
Plein-air. Sable												
Eau 8 jours	4,5	0,5	0	1,5	7,5	1	0	1,5	15	0	0	2
Eau 8 jours + ac. S.	5	0,5	0	0,5	8,5	0	0	2	8	3	0	2,5
T M T D	9	10,5	0	5	9	12	0	5,5	17	30	0	4
Organomerc.	7,5	9	0	8	6,5	16	0	5,5	26	28,5	0	2
SO_4Cu bas.	11	10,5	0	5	6,5	24	0	3	10,5	45	0	6,5
Témoin	12	17,5	0	5	8,5	27	0	8	11,5	39,5	0	5,5
Cave-Sable												
T M T D	6,5	35	0	9,5	8	42	0	3,5	7,5	45	0	9
Organomerc.	3	24,5	0	5,5	3,5	57	0	7,5	2,5	68,5	0	7,5
SO_4Cu bas.	6,5	26,5	0	9	4	54,5	0	10	5	57,5	0	7
Témoin	1,5	40	0	9	6	50,5	0	3,5	10	56	0	5,5
Cave (Tas)					18	39	2	6				

Abréviation : P.B : pourriture brune ; P.N. : pourriture noire ; P.V. : pourriture à Penicillium ; I + P : insectes + pourritures.

TABLEAU II

ÉVOLUTION DES STADES DES POURRITURES POUR LA VARIÉTÉ « BOURRUE DE JUILLAC »

TRAITEMENT CONSERVATION	DÉCEMBRE				JANVIER				FÉVRIER			
	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Total %	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Total %	Stade 1	Stade 1	Stade 2	Total %
Plein-air. Sable												
Eau 8 jours	2,5	1,5	2,5	6,5	5	3	2	10	9	5,5	2,5	17
Eau 8 jours + ac. S.	4,5	0	1,5	6	6,5	3,5	0,5	10,5	8	4,5	0,5	13
T M T D	11	6,5	7	24,5	6,5	5,5	14,5	26,5	7,5	9	34,5	51,5
Organomerc.	9,5	4,5	10,5	24,5	5,5	8,5	14	28	8	6,5	42	56,5
SO_4Cu bas	13	6	7,5	26,5	11	8	14,5	33,5	11	5	46	62
Témoin	10,5	12	12	34,5	11,5	6	26	43,5	8	11,5	37	56,5
Cave-Sable												
T M T D	13	13	25	51	8,5	4,5	40,5	53,5	5	4,5	52	61,5
Organomerc	6,5	9	17,5	33	3	5,5	59,5	68	3,5	4	61	68,5
SO_4Cu bas.	11	6,5	24,5	42	1,5	3,5	63,5	68,5	4	3,5	62	69,5
Témoin	6,5	9,5	34,5	50,5	2	1,5	58	61,5	6,5	4	60,5	71
Cave (Tas)					0	2	66	68				

TABLEAU III

ÉVOLUTION DES TYPES DES POURRITURES POUR LA VARIÉTÉ « MARRON DU LUC »

TRAITEMENT CONSERVATION	DÉCEMBRE				JANVIER				FÉVRIER			
	PB	PN	PV	I+P	PB	PN	PV	I+P	PB	PN	PV	I+P
Plein-air. Sable												
Eau 8 jours	2	0	0	3,5	5,5	0	0	2	11	0	0	7
Eau 8 j + ac. S.	4	0	0	2	5	0	0	1,5	12	0	0	16
T M T D	16	1	0	3,5	12,5	2	2	2,5	29	4	3,5	4,5
Organomerc.	8	1,5	0	5	8	3	0	6,5	21	5,5	2	10,5
SO_4Cu bas.	6,5	3,5	0	6	7	7,5	0,5	4	17	6,5	1,5	5
Témoin	10,5	2,5	0	1,5	10	5,5	1	3,5	22	4,5	0	11
Cave-sable												
T M T D	18	2,5	0	6,5	16,5	7	10,5	6,5	27,5	4	4,5	12,5
Organomerc.	19,5	11	0	5,5	12,5	28	0	4	20,5	32	2,5	5,5
SO_4Cu bas.	24	2	1,5	7,5	16,5	4,5	12,5	9,5	22,5	5,5	2	14,5
Témoin	10,5	8	0	6	10,5	12,5	0,5	11,5	16	14,5	0	12
Cave (Tas)					18,5	1	47	16				

TABLEAU IV

ÉVOLUTION DES STADES DES POURRITURES POUR LA VARIÉTÉ « MARRON DU LUC »

TRAITEMENT CONSERVATION	DÉCEMBRE				JANVIER				FÉVRIER			
	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Total %	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Total %	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Total %
Plein-air. Sable												
Eau 8 j	2	1,5	2	5,5	4	2	1,5	7,5	9	6	3	18
Eau 8 j + ac. S.	2,5	2,5	1	6	4,5	1,5	0,5	6,5	18	10	0	28
T M T D	7	4	9,5	20,5	6,5	4,5	13	24	14,5	10	16,5	41
Organomerc	5,5	5,5	4,5	14,5	4,5	4	7,5	16	16	10,5	12,5	39
SO_4Cu bas.	4,5	7	4,5	16	7,5	2,5	9	19	11	7,5	16,5	35
Témoin	5,5	4,5	4,5	14,5	7	2	11	20	18,5	8,5	10,5	37,5
Cave-sable												
T M T D	7,5	5	14,5	27	9	6,5	25	40,5	15	10,5	23	48,5
Organomerc.	8	9	19	36	7,5	5,5	31,5	44,5	11	3	46	60
SO_4Cu bas.	11	5,5	16,5	33	8	6,5	28,5	43	14	12,5	18	44,5
Témoin	8	4	12,5	24,5	12	6,5	16,5	35	10,5	10,5	21,5	42,5
Cave (Tas.)					2	4,5	76	82,5				

— comptage du nombre de châtaignes détériorées par lots, avec contrôle de la part qui revient à chaque type de pourriture;

— appréciation de l'évolution des pourritures selon trois classes.

Il est d'autre part tenu compte de l'interférence des insectes dans l'installation des champignons. Les contrôles ont été effectués jusqu'au 20 février.

De manière à conserver une portée pratique à ce travail, un contrôle de la germination des châtaignes et du développement des plantules a été effectué à deux reprises (en janvier et février), pour les deux variétés, en mars pour la variété Bourrue de Juilhac seulement. Les châtaignes ont été mises à germer par lots de 80 en serre tempérée.

II. — RÉSULTATS

Les résultats sont consignés dans les deux types de tableaux ci-joints :

— 1 et 3 donnent l'évolution des stades de pourritures pour les deux variétés ainsi que les pourcentages totaux de châtaignes malades par lots;

— 2 et 4 précisent la part prise par chaque type de pourriture dans la détérioration des châtaignes.

L'analyse statistique des résultats permet d'aboutir aux appréciations suivantes :

a) Variété Bourrue de Juilhac. — 1° *Pourritures brunes.* — Contrairement à ce qu'on a constaté pour la variété Combale dans une note précédente, les pourritures brunes représentent un pourcentage relativement faible ici. Elles évoluent peu au cours des trois mois de conservation et aucune différence significative n'apparaît entre les lots témoins et les lots traités quelque soit le mode de conservation envisagé.

2° *Pourritures noires.* — Celles-ci prennent une place prépondérante pour la variété Bourrue de Juilhac, soit que cette variété soit contaminée davantage naturellement, soit qu'elle soit plus sensible au *Rhacodiella castanæ* comme l'ont montré les essais *in vitro.*

L'évolution de ces pourritures est plus lente au froid en plein air (30 à 40 % en février) qu'à la cave (45 à 70 %), fait déjà constaté pour les variétés Combale et Bouche-Rouge.

Si, dans le cas de la Bourrue de Juilhac, les *trempages* semblent n'avoir que peu d'effet sur les pourritures brunes, leur action est au contraire *très hautement significative* sur les pourritures noires.

Les traitements chimiques n'ont pas contrarié le développement de la pourriture noire, et l'on note même une action légèrement excitatrice du chlorure de méthoxyéthylmercure sur son développement dans les conditions de nos essais et à la température de la cave.

3° *Moisissure verte.* — Aucun développement de celle-ci n'a été noté, les châtaignes restant parfaitement turgescentes.

b) Variété Marron du Luc. — 1° *Pourritures brunes.* — La variété Marron du Luc se rapproche dans son comportement des deux variétés de consommation Combale et Bouche-Rouge.

Le pourcentage de pourritures brunes est très appréciable à la fin du troisième mois de conservation. Il n'y a pas de différence significative entre les lots conservés au froid (plein air) et ceux conservés à la cave (sauf pour les 2 premiers mois).

L'*évolution* des pourritures brunes est toutefois beaucoup *plus faible pour les lots trempés* et est à la limite de signification.

2° *Pourritures noires.* — La variété Marron du Luc est peu contaminée par la pourriture noire.

Le fait le plus remarquable reste l'*excitation* des pourritures noires sous l'influence du chlorure de méthoxyéthylmercure aux concentrations moyennes (cave) qui passent de 6 à 32 p. 100 (témoin 6 à 14,5 %), effet

comparable à celui constaté sur la variété Bourrue de Juilhac dans les mêmes conditions de conservation.

3° *Moisissures vertes.* — L'effet de la stratification semble avoir été bénéfique pour ces lots qui avaient subi un commencement de dessiccation. Les lots stratifiés ne présentent au maximum que 12 p. 100 de pourritures vertes alors qu'un témoin conservé en tas en présente 47 p. 100.

c) Pour l'ensemble des deux variétés. — *Aucun traitement chimique* ne donne de résultats significatifs. Bien que les concentrations employées aient été environ 5 fois supérieures aux concentrations minimum d'inhibition obtenue *in vitro*, il est possible qu'on soit resté en deçà des concentrations efficaces.

Par contre, les *trempages de longue durée dans l'eau*, ou dans l'eau additionnée d'acide sorbique sont *très hautement significatifs*. Ce résultat prend d'autant plus de valeur après examen de l'évolution des pourritures par stades. Le pourcentage de châtaignes *totalement pourries* (stade 3) oscille de 40 à 60 p. 100 au mois de février pour la variété Marron du Luc, de 50 à 70 p. 100 pour la variété Bourrue de Juilhac, pour l'ensemble des lots traités chimiquement et des lots témoins. Pour les lots trempés, ce pourcentage varie entre 0 et 3 p. 100.

Il n'existe toutefois pas de différence significative entre les lots trempés dans l'eau et ceux trempés dans l'eau additionnée d'acide sorbique, quel que soit le temps de conservation.

Une différence *significative* existe cependant entre la conservation à la cave et celle en *plein air*, en faveur de cette dernière. Le facteur déterminant est évidemment ici la température.

Enfin une différence *significative* joue en faveur de la variété *Marron du Luc*, quel que soit le traitement ou le mode de conservation. Ceci met une fois de plus en évidence l'importance du choix des lots et de la nature de la variété à conserver.

d) Contrôle de germination. — Aucun des traitements essayés n'a entravé la germination. Tout au plus peut-on signaler une action légèrement retardatrice du disulfure de téraéthylthiurame au cours des deux premiers contrôles.

Le *développement des plantules* a été plus *rapide* dans les lots ayant subi des *immersions de longue durée* dans l'eau, en particulier pour la variété Bourrue de Juilhac où les jeunes plants possédaient en moyenne quatre feuilles quand les témoins n'en avaient développé qu'une. Il est probable que les réserves de la semence sont mises plus rapidement à la disposition de la jeune plantule dans les lots trempés que dans les lots témoins.

III. — CONCLUSION

Dans les conditions de nos essais, les traitements d'ordre purement chimique n'ont donné aucune satisfaction dans la conservation des châtaignes de semence.

Au contraire, les trempages dans l'eau, ou dans l'eau additionnée d'acide sorbique ont confirmé leur action très hautement significative déjà constatée pour les châtaignes de consommation.

Dans aucun cas, la germination des semences et le développement des plantules n'a été entravé.

Ces essais mettent d'autre part en relief la nécessité d'assurer la stratification à des températures suffisamment basses en prenant évidemment les précautions nécessaires en période de gel.

Il est évident que la qualité des lots au départ sera le garant d'une meilleure conservation.

(1) Ride (M.) et Gudin (C.). — *C. R. Acad. Agric.* Séance du 27 avril 1960.
(2) Ride (M.) et Gudin (C.). — *C. R. Acad. Agric.* Séance du 27 avril 1960.

SÉANCE DU 18 MAI 1960

Présidence de M. LETARD

FÉLICITATIONS
POUR DES PROMOTIONS DANS LA LÉGION D'HONNEUR

M. le Président. — Nous sommes heureux d'apprendre que viennent d'être promus officiers de la Légion d'honneur nos Confrères *M. Pierre Chouard* et *M. Louis Emberger*. Nous leur exprimons nos bien vives félicitations.

SUR UN CONGRÈS FORESTIER CANADIEN

M. Gouilly-Frossard. — Notre Compagnie vient de recevoir de M. Jean-Charles Magnan, directeur de l'enseignement agricole de la province de Québec, qui est membre titulaire étranger de l'Académie, le rapport des séances d'études du IV[e] Congrès quinquennal de l'Association forestière québecoise. Ce congrès qui s'est tenu au Château Frontenac les 12 et 13 janvier dernier avait pris pour thème : « La forêt et sa conservation ».

En ouvrant la séance inaugurale, le président du Congrès a marqué qu'au cours de ces cinq dernières années, l'association forestière québécoise s'était efforcée, par tous les moyens, de développer une mentalité, un esprit de conservation forestière dans toutes les classes de la société, aussi bien chez les adultes que chez les jeunes. Pour situer le problème et indiquer son importance, il faut dire que les immenses ressources forestières de la province de Québec forment la base de son activité économique. La forêt donne un emploi permanent ou saisonnier à plus de 150 000 personnes. D'autre part, le compte rendu du Congrès indique que l'industrie forestière avec sa valeur annuelle de production de près de 700 millions de dollars est plus que jamais — je cite — « la grande industrie basique de la province ».

Les différents sujets débattus ont été les suivants :

Protection et conservation de la forêt. La forêt et les sportsmen. La forêt et le tourisme. La forêt et l'agriculture.

En ce qui concerne la protection de la forêt, les orateurs qui se sont succédé ont insisté sur le fait que la forêt québécoise est menacée par deux grands fléaux : le feu et les invasions d'insectes. Au cours des vingt dernières années, les ravages causés par les insectes auraient provoqué la perte de plus de 20 millions de cordes de bois, quantité considérable qui eût été suffisante, a-t-on dit, pour alimenter les fabriques de cellulose de la Province de Québec pendant trois ans.

Grâce à des arrosages judicieusement effectués depuis cinq années avec du D.D.T., 30 millions de cordes de bois auraient été sauvegardées.

Quant aux incendies de forêts, ils auraient détruit annuellement une surface supérieure à 200 000 acres (soit de l'ordre d'une centaine de milliers d'hectares en nombre rond) pendant la période comprise entre 1924 et 1957. Mais depuis 1957 les progrès effectués dans la détection des feux, dans la conduite de la lutte et surtout dans l'éducation du public, malgré l'augmentation du nombre des touristes en forêt ont permis de réduire considérablement les emprises du feu (de 1 °5 semble-t-il).

La principale cause des incendies des forêts québécoises réside dans l'imprudence, la négligence des chasseurs et des pêcheurs ainsi que des touristes, ces derniers ayant été qualifiés de torches ambulantes par certains congressistes.

On estime à quelque 800 000 personnes le nombre de ceux qui s'adonnent chaque année, en forêt, au plaisir de la chasse et de la pêche.

Les concessionnaires forestiers sont en conflit permanent avec eux et avec les touristes proprement dits, du fait que les uns et les autres utilisent les chemins ouverts par les exploitants pour la vidange de leurs coupes. Ils peuvent ainsi accéder dans l'intérieur des massifs à des cantons où l'arrivée des secours, dans le cas d'incendie déclaré, est rendu difficile.

Malgré l'augmentaion de la circulation des touristes en forêt, pendant les dernières années, le nombre des incendies de forêts a diminué comme il vient d'être dit en raison des progrès effectués, dans le domaine de la prévention, grâce à l'éducation du public et des ouvriers forestiers.

L'association forestière québécoise a pris, dans cet ordre d'idées, d'heureuses initiatives. Une école dite « de protection forestière » a été fondée en 1957. L'enseignement pratique et technique qui y est dispensé comprend des cours réguliers de huit semaines et des cours abrégés de trois semaines.

D'autre part, des camps dits « d'opération » ont été organisés en forêt pour l'éducation des adultes, notamment des ouvriers forestiers.

Les moyens de lutte, d'autre part, ont été perfectionnés.

Les grands incendies qui ravagent la forêt québécoise étant toujours précédés par une longue sécheresse, la recherche scientifique a été conduite à étudier la question de la production de la pluie artificielle.

Les comptes rendus des travaux du congrès se bornent à signaler le fait sans donner aucune précision sur les résultats obtenus.

Les travaux des congrès se sont terminés par un exposé suivi de discussion sur la question de l'équilibre sylvo-forestier dans la Province. A ce propos, il n'est pas sans intérêt de signaler que le problème de l'exode rural se pose dans la Province de Québec, comme en France, l'industrialisation de la Province aux dires des congressistes drainant les fils d'agriculteurs vers les centres industriels.

Au moment d'achever ce rapide exposé des travaux du IV^e^ Congrès quinquennal de l'Association forestière québécoise, la question vient immédiatement de l'esprit de savoir quelles sont les idées qu'il conviendrait de retenir afin d'apporter une contribution à la solution des problèmes de la défense des forêts contre le feu.

Ces idées paraissent au nombre de trois. Elles sont les suivantes :

1° Utilité de canaliser en forêt les touristes sur des itinéraires particulièrement surveillés dans des cantons peu vulnérables avec interdiction d'emprunter les autres. J'ai toujours été et je reste convaincu de l'efficacité d'une telle mesure.

2° Opportunité de poursuivre l'éducation des adultes, j'insiste sur ce point, au même titre que celle des jeunes, dans le domaine de la préservation des forêts contre le feu par l'organisation de réunions de propagande. Cette idée s'apparente étroitement à celle que j'avais émise, de cette tribune même, lors de la dernière assemblée solennelle de la distribution des récompenses de notre compagnie. J'avais envisagé notamment l'institution de semaines de prévention forestière dans les départements où se trouveront des forêts classées comme présentant des risques particuliers d'incendie. Les touristes seraient invités à participer à ces semaines.

3° Nécessité d'entreprendre ou de continuer des études sur la production de la pluie artificielle. Le sol forestier même simplement humidifié en surface oppose en effet une barrière efficace à la propagation du feu.

Et comme conclusion des travaux du Congrès qui a pris pour thème la forêt et sa conservation, je ne crois mieux faire que de citer cette parfaite définition de la « conservation forestière » telle qu'elle se trouve imprimée

sur la page de garde du compte rendu du IVe Congrès quinquennal de l'Association forestière québécoise.

« Conserver la forêt ne veut pas dire laisser tous les arbres debout. Il faut moissonner les arbres quand ils sont mûrs, autrement ils dépérissent et meurent. Ce qui importe c'est d'administrer les boisés pour qu'ils produisent toujours des arbres. Et ce qui intéresse le véritable conservateur, ce qu'il veut garder à tous prix, c'est la capacité qu'a le sol de produire sans interruption une récolte forestière perpétuelle. »

Cette définition est due à la plume de M. Félicien Rivard, ingénieur forestier en chef.

M. Lefèvre. — J'ai retenu de l'exposé qu'il y avait déjà au Canada un courant de désertion de la campagne.

Ceci doit étonner, dans un pays neuf. Je sais bien que le Canada s'industrialise à une vitesse très grande depuis vingt-cinq ans; du côté minier en particulier, il y a des sources nouvelles qui doivent faire appel à la main-d'œuvre.

Il n'empêche qu'il est assez étrange que ce soit les fils de cultivateurs qui, dès le début, quittent la ferme paternelle pour parer au déficit de main-d'œuvre industrielle ou minière. Je suis amené à penser qu'au Canada, comme dans les pays à vieille civilisation, il y a une question de répartition du revenu national.

A PROPOS D'UN RÉCENT COLLOQUE INTERNATIONAL : LE PROBLÈME DE LA FORMATION MATHÉMATIQUE POUR LES RECHERCHES ET NOTAMMENT LES RECHERCHES AGRONOMIQUES

M. Dufrenoy. — J'ai été appelé à participer à Leyde à un Colloque intitulé : « Colloque des méthodes quantitatives en pharmacologie ». On pourrait *a priori* se demander pourquoi quelqu'un s'intéressant à l'Agriculture pouvait participer à un tel Colloque? On pouvait y participer à deux points de vue : d'une part, parce que, comme vous le savez, la pharmacologie envahit de plus en plus les domaines de la production agricole, notamment les problèmes de la production animale et zootechnique — notre Académie a déjà eu à discuter de ces questions à plusieurs reprises —, et d'autre part parce que, au sujet des problèmes de pharmacologie, se posent des problèmes de méthodologie, d'emploi de méthodes quantitatives, de méthodes statistiques.

Les remarques dont je voudrais faire part à l'Académie sont les suivantes. D'abord, j'ai été étonné de voir à quel point des collègues peuvent se passionner pour des méthodes statistiques, les uns étant des tenants de certaines méthodes auxquelles ils sont attachés comme à des dogmes, et d'autres les tenants d'autres méthodes qu'ils défendent avec une égale énergie. Mais, du point de vue qui intéresse l'Académie, je crois qu'il faut insister surtout sur la participation très effective, à un Colloque s'adressant à des pharmacologues, de collègues, venant de Grande-Bretagne en particulier, représentant les grandes institutions agronomiques et d'élevage du Royaume-Uni. Et par là il faut entendre aussi le Commonwealth puisque l'Australie avait envoyé un éminent représentant des Sciences vétérinaires, venant de Sydney; la participation, aussi extrêmement importante, des collègues hollandais en général, et en particulier hollandais des institutions agricoles, notamment de la fameuse École de Wageningen.

Les collègues de cette École appartenaient surtout à ce qui s'intitule le « Centre mathématique en agriculture », et c'est le point sur lequel je voudrais insister, puisque mes collègues, au cours de conversations parti-

culières, m'ont fait remarquer que, d'accord avec nos collègues danois, nos collègues hollandais viennent de réétudier des modifications de leur programme d'enseignement, pour donner à l'enseignement des mathématiques, dans la formation des techniciens et des ingénieurs s'occupant de problèmes agricoles, une place qui leur paraît désormais de plus en plus importante.

C'est le point sur lequel je me permets respectueusement d'attirer l'attention de notre Compagnie.

M. Blais. — J'ai été très intéressé par l'exposé de notre Confrère. Je crois pouvoir dire que les préoccupations qu'il a observées chez nos collègues à l'étranger, je les partage pleinement.

Il est absolument clair que nous pensons, peut-être avec un certain retard, qu'il y a une place croissante pour certains développements, certaines applications des mathématiques dans le domaine de l'Agronomie et dans le domaine de la Biologie. C'est une des caractéristiques du programme d'entrée à l'Institut agronomique, mis au point par de longs travaux de mon prédécesseur, notre Confrère M. Lefèvre et ses collaborateurs, d'y introduire une place relativement très importante, nouvelle, en ce qui concerne les mathématiques.

Il est bien clair que le programme de mathématiques tel qu'il est inclus dans les programmes du Concours sont ceux que l'on peut commodément enseigner dans les Classes préparatoires aux Grandes Écoles des Lycées. Elles sont enseignées par des professeurs qui sont les mêmes que ceux qui peuvent enseigner dans les classes de Mathématiques supérieures et spéciales, et qui, par conséquent, sont davantage tournés vers des programmes d'écoles strictement mathématiques.

Il me paraît certain que l'idéal absolu consisterait à ce que l'enseignement des mathématiques tournées vers les besoins de l'Agronomie et de la Biologie soit repensé. L'opération a été faite. Je ne veux citer ici que le travail du professeur du Collège de France, M. Brillouin, qui a étudié tout spécialement le problème de l'application des mathématiques pour des étudiants en Biologie et Médecine, puisqu'il s'agit de problèmes concernant essentiellement le P.C.B. Cependant les mathématiques de l'ingénieur proprement dit nous sont, aussi, nécessaires.

Il y aura là des efforts à faire. Mais je crois qu'il ne faut pas entrer maintenant dans trop de discriminations à ce sujet, l'essentiel étant de bénéficier de l'enseignement mathématique qui se trouve être parfaitement donné dans les classes de préparation.

En ce qui concerne l'enseignement à l'École il se situe dans le domaine de la mécanique appliquée, là on retrouve des mathématiques plus polyvalentes, plus proches de l'art de l'ingénieur, dans le domaine de la préparation à la recherche, notamment en génétique et en économie. Un important enseignement est donné en calcul de probabilités et en statistiques et nous cherchons à mettre au point — cela procède de conversations et de contacts de longue date avec les professeurs — un enseignement complémentaire de mathématiques qui ne soit pas simplement, en dehors de la statistique, une ration d'entretien du programme d'entrée. Je ne crois pas aux rations d'entretien. Je crois que c'est nécessaire, mais je crois essentiellement aux rations d'accroissement. Ce programme devra se tourner d'une façon résolue vers les développements de l'algèbre moderne qui prennent une place de plus en plus grande. Cela se situera dans les perspectives envisagées par le Conseil des professeurs de l'École, davantage sur le plan de la méthodologie que sur le plan d'une utilisation finie.

M. C. Bressou. — J'ai été très intéressé par la communication de M. Dufrénoy et surtout par son préambule qui indique que le développement des techniques agricoles actuelles augmente les risques des dérèglements pathologiques.

Quant aux avantages des études mathématiques très poussées dans la formation des agronomes, je serai plus réservé. Certes, il est certain que les connaissances mathématiques sont aujourd'hui indispensables pour comprendre presque tous les problèmes de la biologie; mais l'agriculture — et la médecine vétérinaire notamment — nécessite de l'observation, du jugement, de la mesure, qu'il faut aussi développer et éduquer et il ne faudrait pas que l'expansion des mathématiques nuise à l'enseignement des sciences d'observation. L'esprit de l'agronome doit rester un esprit de finesse, non devenir un esprit géométrique.

M. Guinier. — Est-ce que les exigences, pour l'admission dans les établissements d'enseignement supérieur agronomique à l'étranger sont, au point de vue mathématique, de même ordre que chez nous? Je crois que, dans notre pays, on a tendance à donner aux mathématiques une place importante dans les différents concours?

M. Dufrenoy. — La seule information que j'ai c'est que l'enseignement général, au sens où notre Confrère Blais l'a dit de préparation générale, comporte huit années de mathématiques, ce qui est à peu près de l'ordre de grandeur de ce que nous avons chez nous. J'ai l'impression que chez nous la formation mathématique joue un rôle peut-être plus important que chez eux. C'est plus tard, ensuite, que l'utilisation de l'outil mathématique est diversifié davantage dans le sens de la biologie.

Si vous me permettez d'enchaîner avec ce qui vient d'être dit, je crois que le grand enseignement que j'ai tiré de mes contacts avec mes collègues hollandais c'est que justement ils se sont élevés avec vigueur contre le dogmatisme qui consisterait à s'abriter derrière la mise en œuvre automatique de méthodes statistiques pour reporter sur la statistique le choix d'une décision d'accepter, ou de rejeter une hypothèse, et à plusieurs reprises les collègues hollandais sont intervenus avec vigueur pour rappeler que l'emploi des méthodes statistiques, si perfectionnées qu'elles soient, et quelle que soit l'ornementation mathématique qu'elles mettent en valeur, ne dispensent pas le pharmacologiste d'agir avec intelligence et discernement.

Un autre des aspects qui ont été posés est le suivant : les programmes de recherches à l'heure actuelle disposent d'un certain budget, et le problème de ceux qui mettent en œuvre ce programme est de savoir comment organiser le travail pour, avec la somme dont ils disposent, obtenir le maximum de résultats valables pour l'industrie ou la production considérée.

M. Hénin. — J'ai l'impression que le problème se pose de façon un peu différente, en particulier en ce qui concerne le dialogue entre notre Confrère M. Blais, l'exposé très intéressant de notre Confrère M. Dufrenoy et la remarque qu'il vient de faire.

L'utilisation d'une méthode, à partir du moment où elle est cristallisée, est incontestablement soumise à toutes les réserves que vous avez faites, et peut-être plus encore. Mais la formation d'un esprit à l'emploi de la méthode suppose à ce moment-là une maîtrise des principes mis en œuvre, et je crois qu'on ne peut pas trop demander à des hommes. Ceux qui ont le maniement d'une méthodologie ne sont pas autorisés à commettre pour autant des erreurs profondes de diagnostic; ils doivent connaître leurs limites et se tourner vers la personne compétente pour lui demander son avis.

Nous avons pas mal dialogué sur la recherche opérationnelle, sur la division de l'équipe de travail en mathématiciens et en hommes qui ont comme fonction d'être spécialistes de la classification, pour décomposer le problème. La question qui va se poser — projetons ces exigences sur le plan de l'enseignement — est de savoir si nous formerons l'homme polyvalent, ou si nous formerons, dans tel ou tel établissement, les gens qui, ayant comme élément principal de formation par exemple les mathé-

matiques, acquerront de plus un minimum de connaissance dans le domaine biologique, pour leur permettre d'établir le dialogue avec d'autres spécialistes.

Si nous formions des gens polyvalents, cela suppose, ou des êtres exceptionnels, ou une forme d'enseignement mathématique, dont M. Blais — qui est bien placé pour connaître ces problèmes — vient de dire qu'il n'était pas possible, dans l'état actuel du corps professoral de l'enseignement secondaire. La question serait, je crois, de préparer ces maîtres parce que je ne vois pas d'autre solution d'en sortir actuellement.

M. Lefèvre. — Mes chers Confrères, j'ai vécu, vous le savez, l'enseignement supérieur agronomique pendant plus de vingt ans. Je tiens d'abord à faire observer que cet enseignement est d'ordre biologique et qu'on ne devient pas biologiste sans posséder une profonde faculté d'observation : effectivement la première qualité d'un biologiste — et d'un agronome — est de savoir regarder, observer, comprendre.

Mais ceci dit, je pense qu'il est des aspects de la biologie qu'il est indispensable d'accorder avec des connaissances mathématiques solides. Bien sûr, ces connaissances mathématiques ne doivent pas être purement théoriques, mais orientées, adaptées. Sans doute, il est des mécanismes de base qu'il faut enseigner, mais ces mécanismes étant acquis, il faut se tourner délibérément vers leur utilisation à des fins essentielles pour l'agronome, à savoir la physique, la mécanique, la statistique.

J'ai vécu à l'Institut National Agronomique cette évolution nécessaire des nécessités de l'enseignement supérieur agricole. Dès mon arrivée à la Direction de cet établissement, j'ai eu à me poser la question suivante : Que faut-il exiger des élèves qui entrent à l'École en matière de mathématiques et de physique? Faut-il baser le concours sur la chimie et la biologie essentiellement? Des discussions interminables ont eu lieu. A aucun moment, il n'a été question de reculer en matière de mathématiques, les besoins en la matière se faisant sentir à chaque pas dans l'enseignement à l'École. Mais à chaque transformation de programmes, nous avons essayé d'améliorer la qualité de la connaissance envisagée en nous reportant toujours à son but final : l'enseignement de la chimie, de la mécanique, de la biologie pure ou appliquée.

Bref, les mathématiques n'ont jamais été considérées comme ayant un but en soi, mais comme étant un moyen d'arriver à des connaissances agronomiques de plus en plus exigeantes.

Dès mon arrivée à l'Institut agronomique, pris à la gorge par ces problèmes fondamentaux, j'ai tenu à convertir à mes vues quelques bons esprits récalcitrants. J'ai même écrit que les mathématiques m'apparaissaient comme le bétail de nos fermes au XVIII^e siècle quand, insuffisamment évolué, il était considéré comme une simple machine à faire du fumier, donc un « mal nécessaire ». Pour souligner l'importance des questions de biologie, je minimisais l'intérêt de l'enseignement mathématique, son côté formatif de l'esprit, son aptitude à sélectionner les cerveaux. Mais ma religion était assise, que des années d'expérience n'ont fait que renforcer. C'est qu'un fait m'avait frappé que je dois vous rapporter : l'École normale supérieure avait essayé entre les deux guerres de recruter ses professeurs de Sciences biologiques uniquement sur un programme de chimie et de biologie, sans épreuves de mathématiques. Après un essai de sept années, on abandonna. Le rapport fait à la suite de la pratique d'un tel concours était extrêmement net : il n'est pas possible de déceler la valeur générale d'un esprit, donc de faire en particulier des professeurs de sciences naturelles si on ne s'est pas assuré le concours d'un minimum de formation mathématique.

Voilà ma déclaration première; il en est une seconde à laquelle je n'attache pas moins d'importance. L'enseignement de l'agronomie fait appel à de multiples connaissances; la pratique de cette agronomie recourt à des vertus encore plus variées : l'observation et la réflexion sont de ces

qualités fondamentales. Et je n'entends pas imposer à tous les agronomes — mieux à tous les biologistes — une formation mathématique supérieure. Ce serait là une sottise, car on se priverait d'excellents esprits. Ce serait aussi oublier ce que nos sciences biologiques, agriculture et médecine, doivent à de savants expérimentateurs comme Pasteur, Claude Bernard et bien d'autres.

Ma conclusion, la voici. Nous sommes à ce jour en pleine réforme de l'enseignement supérieur agricole. Je souhaite que l'on se rappelle la diversité des tâches à assurer par les jeunes gens qui recevront cet enseignement. Il y aura des exploitants, des chercheurs, des expérimentateurs, des économistes, des ingénieurs de l'agriculture et de l'industrie. On mesure à cette énumération toute la vanité d'un seul enseignement, mais aussi la profonde utilité d'une formation générale. Un minimum de mathématiques doit être exigé toujours. Mais en raison de l'ampleur des besoins aucune vocation ne doit être rejetée. Un tri des cerveaux les plus aptes à aborder la connaissance biologique par la voie mathématique doit être réalisé avec soin en vue de leur utilisation dans certaines branches agricoles et industrielles : il y va du progrès, donc de l'avenir, de l'agriculture française.

M. Blais. — Je voudrais dire un seul mot pour remercier notre Confrère M. Jean Lefèvre, d'avoir parlé de ce dont on parle partout actuellement, la Réforme de l'enseignement en général. Je pense que, dans un certain délai, j'aurai l'occasion d'en parler à la tribune même de l'Académie.

M. Hénin. — Il ne faut pas trop demander aux hommes, mais il est bon que les biologistes connaissent les possibilités d'interprétation des mathématiciens; quand ils ont des résultats qu'ils ne peuvent pas très bien analyser, qu'ils les passent aux spécialistes. Il faut constituer des équipes.

Présentation de deux Thèses :

LES SILICATES DE ZINC

par **M. Esquevin**

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA MOBILISATION DU FER DES SOLS

par **M. Lossaint**

M. Hénin. — Les deux thèses que je vais avoir l'honneur de vous présenter portent l'une et l'autre sur un thème de travail qui m'est particulièrement cher : la reproduction au laboratoire des phénomènes se manifestant dans le milieu naturel.

Thèse de M. Esquevin

Les silicates de zinc. — Ce travail a été effectué dans le cadre de l'équipe constituée par le Laboratoire de Minéralogie du Muséum et l'ancien laboratoire des Sols de Versailles. Son activité a été consacrée ces dernières années à la synthèse des minéraux argileux à basse tempé-

rature et sans pression. Des produits magnésiens, nickellifères, ferrifères, etc., ont été obtenus. Suivant les cations utilisés divers mécanismes particuliers ont été mis en évidence. J'ai alors proposé comme sujet de thèse à M. Esquevin l'étude de l'ensemble des processus mis en évidence dans le cas particulier des argiles zincifères.

L'auteur a pu ainsi préparer tous les types de minéraux à une ou deux couches tétraédriques connus et certains types inconnus qu'il a pu ensuite retrouver dans les collections, où ils n'avaient pas été exactement identifiés. Il a pu également réaliser un certain nombre de substitutions en particulier celle de l'aluminium au silicium et retrouver les limites déjà reconnues pour d'autres silicates naturels.

Ce travail a demandé beaucoup de patience, de soin et il constitue une contribution importante à la connaissance des processus de formation des minéraux argileux. Je demande son renvoi à la section de physico-chimique pour l'attribution d'une récompense.

Thèse de M. Lossaint

Étude expérimentale de la mobilisation du fer des sols. — Cette thèse de Doctorat ès Sciences a été réalisée à l'Institut de Botanique de Strasbourg sous la direction du Pr Lemée. Il avait pour but de préciser les modalités de mise en solution du fer dans les sols et constitue ainsi une suite à la thèse de M. Betrémieux actuellement Directeur du Laboratoire des Sols à Versailles.

M. Lossaint a pu montrer que non seulement les fermentations, mais aussi les extraits de plantes, étaient susceptibles de provoquer la mise en solution du fer. Il a pu classer de ce point de vue les diverses essences forestières et préciser que d'une façon générale les feuillus se montrent plus actifs que les résineux. Ce fait est inattendu puisque dans le milieu naturel on observe une activité inverse. Ce travail montre donc qu'il faut rechercher un processus complémentaire pour expliquer le lessivage des sols en place. L'auteur a toutefois pu nous apporter toute une série d'informations précieuses sur le mécanisme du complexage du fer. Il a pu montrer en évidence le rôle de l'acidité, établir que le calcium n'empêche pas la formation de ces complexes, il la rend seulement plus difficile. Enfin, certains constituants tels que les tanins possèdent à cet égard une activité particulière.

Ces conclusions constituent une acquisition précieuse pour la pédogenèse. Par l'élégance des méthodes employées, l'importance des expériences effectuées, ce travail présente une valeur toute particulière et mérite également d'être examiné par la section compétente en vue de l'attribution d'une récompense.

Présentation d'ouvrage :

LES PRIX AGRICOLES (Foucher, Paris)

par **J. Dauphin**

M. Der Khatchadourian. — Cet opuscule d'une conception délibérément scolaire mérite également une large diffusion auprès des agriculteurs évolués car il donne précisément le moyen de résoudre une foule de problèmes simples que l'agriculteur est amené à se poser presque quotidiennement.

Qu'il s'agisse du problème du stockage des céréales, de l'alimentation du bétail ou de l'emploi du crédit, l'auteur a su, autour de quelques problèmes types, montrer le choix de la solution la plus avantageuse. C'est peut-être de la gestion « en pièces détachées », mais c'est bien ainsi que les choses se passent dans la réalité et les agriculteurs, plus peut-être que des élèves sans expérience, sauront apprécier cette forme d'enseignement extrêmement concrète.

On pourrait objecter que certains problèmes fort importants à résoudre supposent connus des éléments très difficiles à calculer, tels que le coût de l'U. F. ou le prix de revient d'une culture. Mais dans l'optique scolaire, avec l'appui du professeur et du moniteur pour éclaircir les points obscurs, ceci n'est pas une objection majeure.

Dans l'ensemble, un bon outil pédagogique qui ne perd à aucun moment le sens pratique. A ce point de vue la documentation qui complète le manuel est fort bien conçue dans sa simplicité.

***

J'ai le plaisir de déposer l'ouvrage de M. Dauphin sur le bureau de l'Académie pour examen par la Section spécialisée et attribution éventuelle d'une récompense.

M. Petitlaurent. — Il faut observer que cet ouvrage n'est déjà plus à jour en ce qui concerne les modes de détermination des prix agricoles. Ne pourrait-on envisager un système de mise à jour permanent, avec des feuillets mobiles?

En fait, il faudrait deux parties distinctes : l'une formant une analyse pédagogique sur les principes d'évolution de la gestion et, d'autre part, une documentation précisée sur les données actuelles relatives aux prix.

M. Der Khatchadourian. — Cette observation est juste et nous la soumettrons à l'auteur de cette brochure. En effet il serait peut-être bon d'avoir un système de reliure différent.

DÉCLENCHEMENT DE LA PONTE PRÉCOCE CHEZ LES OIES A L'AIDE DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

par **P. Szumowski**

(*Note présentée par* **M. Letard**)

La période de l'activité sexuelle saisonnière de l'oie domestique, par rapport à celle d'autres espèces d'oiseaux de basse-cour, est relativement très courte.

Chez les oies des Landes, qui sont l'objet de ce travail, la ponte commence aux derniers jours de janvier et dure jusqu'au début du mois de mai, en tout 90 à 100 jours.

Pendant cette période de l'année, les femelles normales pondent 36 œufs en moyenne (Station Expérimentale à Artiguères, Landes, 1959-1; voir bibliographie) avec des variations individuelles allant jusqu'à 56 œufs au maximum. Or, étant donné une fécondité d'œufs relativement faible et une mortalité assez sensible des embryons pendant l'incubation artificielle, la production d'une femelle à Artiguères est de 7 à 12 oisons par an.

Ce rendement, assez bas, peut probablement être amélioré par différents moyens, tels que : sélection des reproducteurs, alimentation mieux équilibrée, insémination artificielle, correction de la technique d'incubation, etc.

Un de ces moyens peut être aussi la prolongation éventuelle de la durée de la ponte, par augmentation quotidienne progressive de l'éclairement diurne, avant la saison sexuelle. On sait (Benoit, 1950-2) que la lumière, parmi les facteurs externes, est un des plus susceptibles d'influencer l'activité sexuelle des animaux.

C'est pourquoi nous avons entrepris, en dehors d'autres recherches conduites à Artiguères, cette étude sur la possibilité du déclenchement de la ponte précoce et de l'augmentation éventuelle du nombre des œufs pondus, par action, sur les femelles et les mâles, de l'éclairage artificiel, supplémentaire à la lumière du jour, notamment en avançant le début de la ponte saisonnière de 1 mois à 1 mois ½ environ.

Des expériences analogues ont déjà été faites depuis longtemps sur d'autres espèces d'oiseaux et, récemment, sur les oies elles-mêmes. La majorité de ces expériences ont abouti à des résultats souvent très spectaculaires.

L'action efficace de l'éclairage supplémentaire chez les volailles est connue depuis le début du siècle. En U.S.A., ce procédé a été utilisé en pratique dès 1918 (Charron, 1920-3). Mais les recherches systématiques sur ce phénomène ont été inaugurées, en 1929, par Kennard (4) chez les poules et, en 1936, par Benoit (5), chez les canards. Benoit a réussi, par éclairement artificiel, à obtenir une puberté précoce ainsi que la ponte des premiers œufs chez des canes âgées de 6 à 10 mois, dans un délai de 23 à 37 jours.

Chez les faisans soumis à un éclairement diurnal prolongé, Bissonette et ses collaborateurs (1939-6) ont pu avancer la ponte saisonnière de 1 mois.

De nombreuses expériences analogues ont été faites avec succès sur les poules, dindes et gibiers à plumes. Les résultats de ces expériences sont résumés dans les ouvrages de Bissonette (1936-7), Romanoff et ses collaborateurs (1949-8), Benoit (1950-2), Rowan (1938-9), Bergiers (1952-10) etc.

Il ressort de ces recherches que l'éclairage artificiel est le plus efficace quand la durée totale de ce dernier et de la lumière du jour n'excède pas les limites de 12 à 14 heures par jour (Sturkie, 1954-11).

Les observations sur les oies sont plus récentes. Hoffman et ses collaborateurs en U.S.A. (1950-12), chez les oies éclairées pendant toute la nuit depuis le 15 novembre, ont déjà obtenu la ponte le 2 décembre.

Novikow (1953-13), en Ukraine, a réussi, par l'éclairage diurnal total pendant 16 heures, à avancer la ponte chez les canards, et chez les oies (éclairage total 13 h) de 105 jours. La fécondité des jeunes oies de la race de Toulouse, pendant cette expérience, a été triplée.

Kopylow (1957-14) est également arrivé à avancer la ponte de 3 mois chez les oies d'expérience (éclairage total : 13 à 14 h), et à prolonger la durée de ponte annuelle jusqu'à 184 jours. Les oies de contrôle (lumière naturelle) ont pondu pendant 90 à 95 jours seulement. Le nombre moyen d'oisons dans le groupe expérimental a été de 15,1, tandis que, dans le groupe de contrôle, il n'était que de 7,4 à 8,5.

Cet auteur a établi que la durée d'éclairement diurnal total pour les oies ne doit pas dépasser 13-14 heures, car la durée de 17 heures provoque souvent la couvaison, surtout chez les femelles maintenues dans des locaux chauffés. Kopylow a calculé également l'intensité de l'éclairage artificiel, dont l'optimum semble être de 7 watts par mètre carré de plancher (la hauteur de la suspension des lampes électriques n'a pas été indiquée).

De même, Borissow (1958-15) a tenté d'obtenir la ponte chez les

oies adultes (croisements d'oies chinoises et de races locales; oies sibériennes) pendant toute l'année.

Dans trois groupes d'expérience (Gr. I : groupe de contrôle, lumière du jour; Gr. II : 15 h d'éclairage total; Gr. III : 15 h d'éclairage, irradiation ultraviolette, local chauffé et bassin pendant l'hiver) les résultats moyens par groupe ont été les suivants : Groupe I : 40 œufs pondus; Groupe II : 97 œufs; Groupe III : 150 œufs. Ainsi, Borissow a réussi à augmenter la ponte dans les groupes d'expérience de 2 $\frac{1}{2}$ à 4 $\frac{1}{2}$ fois par rapport au groupe de contrôle. Les variations individuelles dans le troisième groupe ont atteint un maximum de 155 à 184 œufs pour une femelle par an.

Enfin Kinney R. et ses collaborateurs (1959-30) ont obtenu la ponte précoce au mois de décembre chez les oies d'Emden après 38 jours d'éclairement artificiel (de 16 h par jour au total).

Ainsi, comme le montrent les recherches citées, les oies femelles sont susceptibles, sous l'influence de la lumière artificielle, d'avoir la période sexuelle et la durée de ponte plus longues que dans les conditions naturelles, et par conséquent d'augmenter leur production annuelle d'œufs.

Le mécanisme par lequel la lumière exerce son action sur le système sexuel semble être élucidé déjà suffisamment, grâce aux nombreuses recherches exécutées surtout sur les oiseaux et les animaux de laboratoire.

Smith et ses collaborateurs (1927-16) ont remarqué que l'antéhypophyse contrôle l'activité des gonades et qu'elle est indispensable pour la réponse des gonades à l'action de la lumière. L'hypophysectomie effectuée chez le furet par Hill et ses collaborateurs (1933-17) a confirmé cette hypothèse.

Les recherches ultérieures de Benoit (1934-18; 1936 *a*-19; 1936 *b*-20); de Benoit et ses collaborateurs (1939-21; 1944-22; 1953-25) sur les canards, de Marshall sur autres animaux (1936-23; 1937-24) ont abouti à une interprétation presque complète du mode d'action de la lumière sur les gonades. D'après Benoit (1950-2) les gonades ne possèdent aucune activité autonome et elles sont incapables de répondre directement aux facteurs externes; c'est l'hypophyse, associée à certains centres nerveux encéphaliques, et notamment hypothalamiques, qui est à l'origine tant du cycle sexuel que de tous les changements de l'activité sexuelle provoqués par la lumière. En effet, selon Benoit, les rayons lumineux peuvent stimuler l'antéhypophyse par voies nerveuses, soit en éclairant la rétine et déclenchant un réflexe opto-hypophyso-sexuel; soit en stimulant directement des centres nerveux, localisés dans l'encéphale (hypothalamus, rhinencéphale), et en déclenchant un réflexe encéphalo-hypophyso-sexuel.

Dans la réalité, ces diverses voies interviennent conjointement (Benoit), et peut-être aussi les voies humorales, puisque, d'après Harris (1947-26) la liaison vasculaire entre l'hypothalamus et l'hypophyse est plus développée que la liaison nerveuse.

Dans un travail plus récent, Benoit et ses collaborateurs (1953-25) reconnaissent que l'activité gonadostimulante de l'hypophyse dépend des neurosécrétions hypothalamiques (Payne, 1959-27) qui sont à leur tour contrôlées par la lumière.

Ainsi, on peut expliquer le mécanisme de l'action de la lumière sur les gonades par une stimulation de l'hypophyse, provoquée par les rayons lumineux, stimulation se traduisant par la sécrétion élevée des hormones hypophysaires gonadotropes et par leur action plus intense sur les gonades.

On sait que l'illumination diurnale continue, trop longue (plus de 15 h), est effective au début seulement, qu'elle conduit plus tard à un abaissement de l'activité sexuelle, à la couvaison et amène la mue précoce chez la femelle, etc. (Whetham, 1933-28). Cela indique que le phénomène de la photostimulation est dû plutôt au photopériodisme (alternance des périodes d'éclairement et d'obscurité) qu'à la durée et à l'intensité de l'action de la lumière.

Il existe, selon Benoit (1950-2), une activité cyclique saisonnière de

l'hypophyse, ainsi qu'un rythme diurnal de la sécrétion des hormones gonadotropes par cette glande (H.I.O., hormones d'induction de l'ovulation) synchronisé avec des périodes d'excitation ou de repos des centres nerveux de l'encéphale (Fraps, 1954-29). Les périodes d'obscurité ou de repos de nuit sont donc nécessaires pour la restauration de la sécrétion hypophysaire.

Un bon exemple de la réponse des oies à l'action du photopériodisme est donné par Kinney et ses collaborateurs (1959-31). Ils ont mis les femelles, pendant le repos sexuel (mois de novembre), d'abord dans des conditions d'obscurité et de lumière solaire pendant 6 heures par jour seulement, pour une période de 40 jours; ensuite, ils ont soumis ces femelles à un éclairage total diurnal de 16 heures. Au bout de 5 jours de ce traitement, ils ont obtenu la ponte précoce.

Enfin, pour terminer cette brève revue des données concernant l'action de la lumière sur les gonades, il faut encore ajouter que les rayons lumineux les plus efficaces sont les rayons rouges et orange (Benoit, 1950-2). Or, les ampoules ordinaires sont une source suffisante pour l'application pratique de l'éclairage artificiel, puisque leur lumière est presque 2 fois plus riche en rayons rouges que la lumière solaire (Meyer O., 1939-31).

L'intensité optimum d'éclairage pour les poules pondeuses, d'après Bergiers (10), est la lumière fournie par 2 ampoules de 40 watts, suspendues à 1,80 m du sol et placées à environ 3 mètres d'intervalle dans un poulailler de 9 mètres carrés.

Matériel et Technique

Six groupes expérimentaux d'oies des Landes (5 groupes composés de 4 femelles et 2 mâles, et un 6e groupe de 2 femelles et 2 mâles) d'âge variable (1 an jusqu'à 6 ans) ont servi à l'expérience.

Cette expérience a été effectuée, en grande partie, à la Station Expérimentale à Artiguères, dans les Landes (5 premiers groupes), et à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort (6e groupe).

Les mâles de chacun des 5 groupes expérimentaux à Artiguères, ont été utilisés pour l'accouplement, alternativement, c'est-à-dire qu'un des 2 jars du groupe a servi pour la reproduction pendant une semaine et ensuite a été remplacé par le second.

Dans le 6e groupe, à Alfort, les jars ont été séparés des femelles et l'accouplement a été remplacé par l'insémination artificielle.

En ce qui concerne la ponte, toutes les femelles qui restaient à Artiguères (plus de 100 animaux) ont servi comme groupe de contrôle.

Les conditions d'alimentation et d'entretien ont été similaires dans tous les groupes expérimentaux et de contrôle.

Puisque des essais précédents, effectués en 1956 à Artiguères, ont révélé que l'éclairage artificiel avec des ampoules de 45 watts dans les cabanes de 8 mètres carrés (suspendues à 2 m du sol) n'exerce aucune influence sur la ponte des oies, nous avons été obligé de prendre, pour notre expérience, l'intensité lumineuse de cette ampoule comme point de départ. Pour les cabanes à Artiguères (8 m²), nous avons alors utilisé des ampoules suspendues à 2,50 m du sol, de 60, 100 et 200 watts, et, à Alfort, de 150 watts (cabanes de 12 m²). Or, l'intensité lumineuse correspondante pour 1 mètre carré a été de 7,5, 12,5 et 25 watts à Artiguères, et 12,5 watts à Alfort.

Cette échelle d'intensité lumineuse, avec un maximum extrêmement élevé, a été employée afin de trouver le niveau d'intensité efficace pour la race d'oies des Landes et correspondant aux conditions climatiques françaises.

Ainsi, la durée de l'éclairement total (lumière du jour, plus éclairage artificiel) a été, dans les groupes expérimentaux, de 12 à 14 heures par jour,

tandis que le groupe de contrôle a profité de la durée variable de la lumière solaire seulement.

Les oies (femelles et mâles) des groupes expérimentaux à Artigueres ont été enfermées, pendant la nuit, dans des cabanes closes (pour faciliter l'identification des œufs pondus). A Alfort, les oies se sont trouvées dans des cabanes ouvertes pendant la nuit.

L'expérience a été commencée le 20 novembre 1959 (début de l'éclairage artificiel).

L'incubation des œufs (dans les couveuses adéquates pour les œufs d'oies) a été effectuée selon la technique habituelle à Artigueres.

Résultats

Nous présentons ici seulement les résultats concernant la possibilité de déclenchement de la ponte précoce chez les oies à l'aide de l'éclairage artificiel, c'est-à-dire, l'évolution de notre expérience du début de l'introduction de l'éclairage (20 novembre 1959) jusqu'au début de la ponte naturelle (1er février 1960). Toutefois, puisque nous continuons nos observations sur toutes les conséquences lointaines possibles de l'action prolongée de la lumière artificielle sur la ponte (couvaisons répétées, mue annuelle), nous ajoutons ici quelques données recueillies du 1er février au 1er avril 1960.

Comme le montre le tableau I, la ponte précoce, à la suite de l'éclairage artificiel (à partir du 20 novembre 1959), a commencé le 20 décembre 1959 dans 2 groupes de femelles (IIe groupe, éclairage 200 W, le soir, et VIe groupe, éclairage 150 W, le matin et le soir). Ainsi, le temps écoulé depuis le début de l'éclairage a été juste de 30 jours.

Pour les autres groupes expérimentaux ou pour les femelles individuelles dans chaque groupe, ce temps a varié entre 33 jours (femelle n° 2 du groupe V, 60 W, éclairage le matin et le soir) et 46 jours (femelle n° 3 du groupe IV, 100 W le soir).

Une seule exception concerne la femelle n° 4 du groupe V (60 W) qui n'a commencé à pondre qu'à la fin du mois de janvier, soit à l'époque du début de la ponte naturelle. Cela semble indiquer que l'intensité lumineuse de l'ampoule de 60 W (7,5 W par m²) n'est pas toujours suffisante pour provoquer la ponte précoce chez l'oie.

L'éclairement des oies le soir seulement (Groupe II et IV) paraît être un peu plus efficace que celui ayant lieu le matin et le soir. Certaines femelles de ces groupes ont commencé à pondre quelques jours plus tôt que les autres (Groupe I, III et V).

La production totale d'œufs, du début de la ponte précoce (20 décembre 1959) jusqu'au 1er février 1960 (début de la ponte naturelle), a été pour 22 femelles en moyenne de 13 œufs par sujet. Le maximum d'œufs pondus pendant cette période (42 jours) chez quelques femelles est de 17, ce qui représente un indice de production de 41 p. 100 (nombre de jours de ponte par rapport à la durée totale de la période d'expérience).

Les femelles du groupe de contrôle n'ont pas pondu du tout en décembre, et, en janvier, le nombre maximum d'œufs par femelle n'a pas dépassé 5 à 6.

Le tableau I montre également que le rythme de la ponte précoce, ainsi que celui de la ponte naturelle, est un caractère individuel.

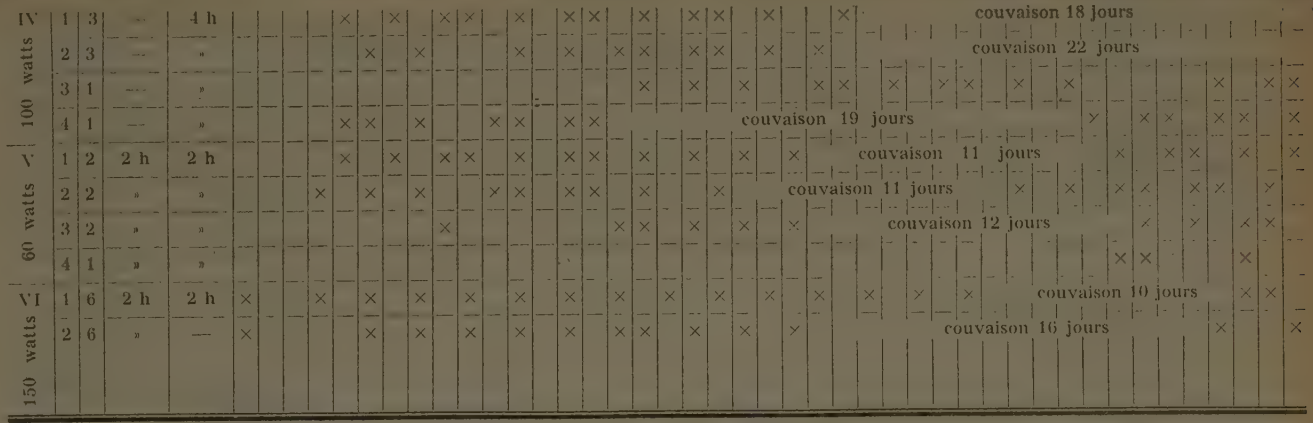
Les femelles qui pondent 2 ou 3 jours de suite entrent en état de couvaison un peu plus vite (peut-être s'épuisent-elles plus vite en hormones gonadotropes hypophysaires) que celles ayant un rythme de ponte plus lent, soit un œuf tous les 2 jours. Les meilleures pondeuses semblent avoir aussi une durée de couvaison plus courte que les mauvaises.

La couvaison, en général, est un phénomène naturel qui se manifeste normalement chez la majorité des oies domestiques ayant pondu environ

TABLEAU I

Dates de la ponte, indiquées par une croix

| Groupe ♀♀ | ♂♂ | Age (ans) | Éclairage | | Dates de la ponte | | |


IV
100 watts
1 3 — 4 h
2 3 — »
3 1 — »
4 1 — »
couvaison 18 jours
couvaison 22 jours
couvaison 19 jours
V
60 watts
1 2 2 h 2 h
2 2 » »
3 2 » »
4 1 » »
couvaison 11 jours
couvaison 11 jours
couvaison 12 jours
VI
150 watts
1 6 2 h 2 h
2 6 » —
couvaison 10 jours
couvaison 16 jours

10 à 15 œufs. Les femelles sauvages commencent à couver après avoir pondu 9 à 12 œufs.

Cependant, à la suite du changement des conditions d'entretien par l'introduction de l'éclairement artificiel, ce nombre d'œufs, antérieurs à la couvaison, varie suivant la femelle, la durée et l'intensité de l'éclairage.

Dans notre expérience, le nombre des œufs pondus avant la première couvaison varie de 4 (femelle n° 2, Groupe I) jusqu'à 22 œufs (femelle n° 3, Groupe IV). Le nombre d'œufs pondus avant la couvaison est en corrélation négative ($r = -0{,}26 \pm 0{,}22$, non significatif) avec sa durée.

Ainsi, l'apparition de la couvaison après le déclenchement de la ponte précoce semble être inévitable, bien que ni les auteurs soviétiques ni les américains ne la mentionnent. Puisque la technique de la découvaison chez les oies est très difficile, la perte d'œufs chez les femelles qui couvent est assez importante.

Mais la couvaison unique pourrait se concilier avec une prolongation artificielle de la durée de la ponte naturelle, au delà de la durée normale (90-100 jours). Les plus grands obstacles à cette prolongation sont l'apparition de la mue et des couvaisons répétées.

En effet, dans notre expérience, une partie des oies (femelles), surtout de celles soumises le soir à l'éclairement très intense (ampoule de 200 W), a commencé la mue partielle déjà au début du mois de mars. La ponte alors a été arrêtée pour une durée supérieure à 30 jours. Dans les autres groupes expérimentaux, même avec l'éclairage de 60 watts seulement, certaines femelles ont été également en mue partielle, mais toutefois leur ponte ne s'est arrêtée qu'au début d'avril.

Il est évident que cette mue est due à l'éclairage trop intense et surtout au fait que les femelles en expérience à Artiguères étaient isolées dans les nids des cabanes fermées la nuit. Dans le groupe expérimental VI, à Alfort, ou 2 femelles soumises à la lumière artificielle étaient entretenues, pendant la nuit, dans des cabanes ouvertes, les mangeoires étant placées juste au-dessous de la lampe, la mue apparut seulement au début d'avril chez une d'elles.

C'est pourquoi, à Alfort, le maximum d'œufs pondus par femelle jusqu'au 1er avril a été de 42, tandis qu'à Artiguères il fut de 34 seulement.

Il faut aussi signaler, que dans le groupe de contrôle, certaines femelles ont commencé la mue à la même époque. Or, l'apparition de la mue a été probablement provoquée par les conditions météorologiques défavorables de l'année en cours.

L'absence de données soviétiques et américaines sur l'apparition de la mue chez les oies soumises à l'éclairage artificiel, ne prouve en rien que ce phénomène ne se soit pas manifesté dans leurs expériences. Toutefois, il est possible que l'intensité des rayons solaires en U.R.S.S. (expérience de Borissow, en Sibérie) soit plus faible qu'en France méridionale (Artiguères) et que l'éclairement total dans leur cas ait été moins fort que dans notre expérience.

Ainsi, notre expérience, de même que les essais étrangers cités auparavant, prouve que les oies sont susceptibles de réagir positivement à la photostimulation en dehors de la saison sexuelle naturelle. On peut donc dire que le déclenchement de la ponte précoce chez les oies est possible, avec certaines précautions, dans la pratique. L'intérêt pratique de la ponte précoce réside dans la possibilité de la production d'oisons « primeurs » destinés au gavage de printemps.

Mais, afin d'éviter la répétition des couvaisons et l'apparition de la mue, il semble que l'intensité de lumière artificielle ne doit pas excéder 8 watts par mètre carré de plancher, les ampoules étant suspendues à 2,50 m du sol. La durée d'éclairement total (éclairage artificiel et lumière solaire) peut être de 12 à 14 heures par jour, mais les oies ne doivent pas être privées de liberté de mouvement pendant la nuit dans les cabanes. L'action de la lumière artificielle semble être assurée si les mangeoires sont placées directement sous les lampes.

L'influence de l'éclairage artificiel sur les mâles ne pouvait être recherchée dans notre expérience, ceux-ci étant exposés à l'action de la lumière seulement une semaine sur deux (alternance des jars). C'est pourquoi, au début de la ponte précoce, provoquée chez les femelles, le taux de fécondation a été bas (50 %). La spermatogenèse n'a commencé qu'une ou deux semaines après le début de la ponte.

Cela semble indiquer que, pour l'obtention d'un taux de fécondation convenable dès le début de la ponte précoce et si l'on pratique l'alternance des jars, il est nécessaire de préparer par avance les mâles pour cette période, c'est-à-dire de les soumettre eux aussi, à l'action de la lumière artificielle au moins 2 semaines avant le début de l'éclairement artificiel des femelles.

CONCLUSIONS

Notre étude, ainsi que les expériences soviétiques et américaines, montre que les oies sont susceptibles de réagir positivement à la photostimulation par l'éclairage artificiel supplémentaire à la lumière du jour. La durée totale de l'éclairement quotidien peut être estimée de 12 à 14 heures.

La ponte précoce, avant la saison sexuelle naturelle, a pu être provoquée par ces moyens au bout de 30 à 46 jours d'éclairement, suivant les sujets, le régime d'éclairage et l'intensité de la lumière.

La production des œufs, au début de la ponte précoce (décembre, janvier et début de février), est assez intense (indice supérieur à 40 %, soit 1 œuf tous les 2 ou 2 j ½), ce qui présente un intérêt pratique pour la production des oisons précoces et le gavage au printemps.

L'intensité de la lumière artificielle, excédant 8 watts par mètre carré, peut conduire à l'apparition de couvaisons répétées et à la mue précoce. L'intensité lumineuse optimum, qui pourrait permettre une prolongation de la durée de la ponte annuelle, se trouve probablement au-dessous du niveau indiqué, mais la vérification de cette supposition nécessite des études ultérieures.

(*Institut national de la Recherche agronomique.*
Laboratoire de Recherches annexé à la Chaire de Zootechnie.
École nationale vétérinaire d'Alfort. Directeur : Pr E. Letard.)

Références bibliographiques

1. Station expérimentale d'Artiguères. — Rapport d'activité 1958-1959.
2. Benoit (J.). — *Traité de Zoologie*, 1950, vol. XV, Oiseaux, p. 464.
3. Charron (A.). — Poules qui pondent, Paris, 1920.
4. Kennard et Col. — *Ohio Agr. Exp. Sta. Bull.*, 1931, **476**, 1.
5. Benoit (J.). — *Bull. Biol. de France et de Belgique*, 1936, **70**, 487.
6. Bissonnette (Th.). — *J. Wildlife Management*, 1941, **5**, 383.
7. Bissonnette (Th.). — *Quart. Rev. Biol.*, 1936, **11**, 371.
8. Romanoff (A.) et Col. — The Avian Egg, New York, 1949.
9. Rowan (W.). — *Biol. Rev.*, 1938, **13**, 374.
10. Bergiers (M.). — *Thèse doct. vét.*, Alfort, 1952.
11. Sturkie (P.). — *Avian Physiology*, Ithaca, 1954, p. 261.
12. Hoffmann (E.) et Col. — *Poultry Sci.*, 1950, **29**, 469.
13. Novikow (B.). — Travaux Inst. Zool., *Acad. Sci. Ukraine*, 1953, **10**. 35.
14. Kopylow (W.). — *Vestn. Sel. Choz. Nauk*, 1957, **2**, 115.
15. Borissow (W.). — *Zivotnovodstwo*, 1958, **4**, 80.
16. Smith (P.) et Col. — *Amer. J. Anatomy*, 1927, **40**, 159.
17. Hill (M.) et Col. — *Proc. Roy. Soc. B.*, 1933, **113**, 537.
18. Benoit (J.). — *C. R. Acad. Sci.*, 1934, **199**, 1671.
19. Benoit (J.) (*a*). — *C. R. Soc. Biol.*, 1936, **123**, 241.

20. Benoit (J.) (*b*). — *Rev. Physiotherap.*, 1936, **2**, 86.
21. Benoit (J.) et Col. — *C. R. Soc. Biol.*, 1939, **131**, 89.
22. Benoit (J.) et Col. — *Yale J. Biol. Med.*, 1944, **17**, 27.
23. Marshall (F.). — *Philosoph. Trans. B.*, 1936, **226**, 423.
24. Marshall (F.). — *Proc. Roy. Soc. B.*, 1937, **122**, 413.
25. Benoit (J.) et Col. — *Arch. Anat. Microscop. Morph. Exp.*, 1953, **42**, 334.
26. Harris (G.). — *J. Endocrinol.*, 1947, **5**, 17.
27. Payne (F.). — *Anat. Rec.*, 1959, **134**, 433.
28. Wietham (E.). — *J. Agric. Sci.*, 1933, **23**, 383.
29. Fraps (R.). — X-th World Poultry Congress, 1954, 170.
30. Kinney (T.) et Col. — *Poultry Sci.*, 1959, **38**, 6, 1469.
31. Meyer (O.). — Précis de Physique, Sigalas C. et col., Paris, 1939.

M. Baratte. — Est-ce que la longueur d'onde de la lumière utilisée a été étudiée spécialement?

M. Letard. — Cela n'a pas été spécialement étudié. Nous savons les rayons les plus agissants : le rouge et l'orange, mais nous ne savons que cela.

M. Baratte. — Je posais cette question parce que, en ce qui concerne l'éclairage des poules, il avait été dit que l'utilisation des ultraviolets favorisait spécialement la ponte. J'avais participé vers 1930 à une expérimentation en collaboration avec le Pr Voitellier. Le résultat en avait entièrement infirmé ce que disaient à l'époque les Américains.

ÉTUDE PAR EMPLOI DE CUIVRE RADIOACTIF DE LA DIFFUSIBILITÉ DU CUIVRE INCORPORÉ DEPUIS 70 ANS DANS LES SOLS VITICOLES

par **MM. Jean Delas, Jacques Delmas** et Mme **Christiane Demias**

(*Note présentée par* **M. Barbier**)

Dans une Note précédente (1), les auteurs ont signalé la présence dans les sols viticoles du Sud-Ouest atlantique de quantités importantes de cuivre provenant des traitements anticryptogamiques; cette accumulation atteint parfois un tel niveau qu'en terrain acide et sableux, de faible capacité d'échange, le cuivre peut devenir toxique pour les cultures succédant à la vigne.

La présente Note étudie l'aptitude du cuivre retenu dans le sol à diffuser vers ou dans les racines.

Pour doser la fraction du cuivre accumulé pouvant participer à l'alimentation des végétaux, on utilise une méthode couramment employée dans l'étude des cations échangeables du sol : extraction du cuivre par une solution d'acétate d'ammonium normal à pH 7,0 suivie d'un dosage colorimétrique du métal. Le cuivre ainsi obtenu est dit « échangeable » mais, en réalité, on ne sait pas s'il provient d'un échange véritable des ions Cu^{++} contre les ions NH_4^+, ou d'une dissolution de composés précipités.

Si le cuivre existe en majeure partie dans le sol sous forme de sels très peu solubles, son absorption par les végétaux pourra être limitée par la solubilité de ces sels.

Le cuivre peut d'autre part être retenu (adsorbé) par les colloïdes du sol, de telle façon que les ions cuivre demeurent continuellement animés de mouvements de diffusion, chacun d'eux faisant alors de temps en temps une incursion dans le film d'eau interposé entre sol et racines

et dans la portion externe des racines. S'il en est ainsi, la fréquence des impacts d'ions cuivre sur les racines augmentera avec leur nombre, c'est-à-dire que la toxicité du cuivre augmentera de façon continue avec la quantité accumulée, et éventuellement plus vite que celle-ci.

Ce dernier mode de rétention peut être mis en évidence par l'emploi d'un isotope, radioactif en l'espèce, du cuivre, isotope discernable de l'isotope naturel accumulé dans le sol, selon la méthode dite d'échange isotopique, qui permet d'observer des déplacements simultanés de molécules ou d'ions de même espèce en direction opposée.

On a utilisé ^{64}Cu, bien que sa période ne soit que de 13 heures : l'échantillon irradié à Saclay est expédié par voie ferrée quelques heures après sa sortie de la pile, et le transport jusqu'à Bordeaux se fait en une nuit; d'autre part, l'obtention de sulfate de cuivre d'activité spécifique élevée permet des dosages sans difficulté pendant 4 jours environ.

Sur plusieurs sols acides où avaient été précédemment diagnostiquées des toxicités dues au cuivre, les dosages suivants ont été effectués :

— cuivre total, obtenu par attaque nitroperchlorique; il est possible d'évaluer ainsi le cuivre incorporé depuis le début des traitements, puisque les pertes par lessivage ou par exportation des raisins et des bois de taille sont faibles;

— cuivre échangeable à l'acétate d'ammonium normal à pH 7,0;

— cuivre isotopiquement échangeable ou isotopiquement diluable — en 48 heures : 20 grammes de terre ont été agités 2 jours dans 200 centimètres cubes d'une solution diluée de $CaCl_2$ (floculation des colloïdes) en présence de cuivre radioactif (3 μC pour 20 g de sol); après filtration, le cuivre et la radioactivité restant en solution sont déterminés.

Le cuivre isotopiquement échangeable en 48 heures est le quotient de la radioactivité introduite par la radioactivité spécifique du cuivre en solution.

Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus pour 5 sols :

Numéro des terres	1	2	3	4	5
Type de sol	Sableux	Sableux	Sableux	Boulbène	Boulbène
pH	5,5	4,6	4,2	4,8	5,5
Capacité d'échange totale (m. équ. /100 g)	5,7	3,1	6,0	4,5	4,1
Somme des bases échangeables (m. équ. /100 g)	1,9	0,6	1,2	2,0	2,0
Cuivre (en mg /kg) :					
Total	335	355	440	525	845
Échangeable à l'acétate d'ammonium	78	75	200	139	186
Isotopiquement échangeable	104	109	289	154	168

Un tiers environ du cuivre incorporé par les traitements anticryptogamiques est resté sous forme isotopiquement échangeable en 48 heures.

La période très courte de ^{64}Cu ne permet pas de poursuivre plus longtemps les mesures.

Toutefois, l'étude de la progression de l'échange isotopique au cours du temps, montre que la vitesse de cet échange est encore notable après 48 heures; les quantités de cuivre diffusibles sont donc supérieures aux quantités mesurées après 2 jours.

Ce fait important a été confirmé par deux observations : une agi-

(1) Delas, Delmas, Rives, Mlle Baudel. — *C. R. Acad. Agric.*, 1959, **45**, 13, 651-655.

tation plus intense (p. ex. agitateur magnétique) des suspensions de sol a toujours augmenté le cuivre isotopiquement échangé, grâce sans doute à l'usure des particules et à l'accélération des échanges par le brassage rapide. Il en a été de même quand la terre a été soumise à des alternances de dessiccation et d'humectation.

Les chiffres cités appellent encore deux remarques :

— les valeurs obtenues pour Cu chimiquement échangeable et Cu isotopiquement échangeable en 48 heures sont assez voisines;

— d'autre part, les variations de teneur en cuivre total s'expliquent par le fait que les vignes n'ont pas occupé sans interruption depuis 70 ans les sols étudiés et que les traitements diffèrent selon les exploitations.

Conclusion

Ces recherches, conduites avec l'isotope radioactif ^{64}Cu, démontrent que le cuivre apporté au sol par les traitements anticryptogamiques à base de sulfate de cuivre depuis 70 ans est demeuré pour un tiers environ sous forme rapidement diffusible ou échangeable, et qu'une partie importante du reste peut diffuser ou s'échanger plus lentement.

L'activité des ions cuivre — leur toxicité par conséquent — augmentera donc de façon continue avec la quantité accumulée dans le sol.

Dans les sols légers, à faible pouvoir absorbant et acides du Bordelais, l'activité s'est élevée progressivement jusqu'à un niveau franchement toxique. Mais il est probable que la toxicité apparaîtra, plus tard, dans des sols à plus fort pouvoir absorbant, si les apports de cuivre se poursuivent au rythme des années antérieures.

M. Barbier. — Cette Note offre un exemple d'une recherche purement théorique apportant un argument décisif pour le choix de la conduite à tenir en pratique. D'après tout ce que l'emploi des isotopes a récemment confirmé quant au comportement d'autres cations dans le sol, il est certain qu'au fur et à mesure des apports de cuivre (au delà de l'optimum nutritif) la toxicité du cuivre pour les plantes augmentera peu à peu, insidieusement, mais inexorablement, et qu'elle sera seulement retardée dans les sols à fort pouvoir absorbant.

L'AGRONOMIE ET LA NOUVELLE TECHNIQUE VITICOLE

par **J. Delmas** et **G. Theiller**

Ayant attiré l'attention des viticulteurs depuis plusieurs années sur la nécessité de considérer le sol comme le capital dont il fallait à tout prix conserver l'intégrité, nous avons été amenés, sous la direction de S. Hénin, à rechercher des techniques de culture des sols de vigne répondant à ce but. Nous avions plus particulièrement montré les graves conséquences de l'érosion hydraulique des sols viticoles, érosion brutale ou insidieuse, en proposant des remèdes (1, 2) que nous avons expérimentés.

Parmi ces remèdes, l'établissement de vignes en courbes de niveau (ou ligne polygonale), de ruptures de pente avec enherbement, de semis d'engrais verts entre les rangs, ainsi que l'étude et la constitution d'un réseau de répartition des eaux de ruissellement, ont pu être utilisés avec succès par certains viticulteurs avertis.

Cependant, l'érosion par l'eau ne représente qu'un aspect de la dégradation des sols de vigne, dégradation qui se poursuit pour de nom-

breuses causes. C'est ainsi que nous avons souvent mis l'accent sur les points suivants :

— appauvrissement rapide des sols en humus;

— destruction de la structure (d'où susceptibilité accrue à l'érosion, battance, difficulté de travail du sol et de passage des appareils de traitement);

— intensification du lessivage, d'où acidification de la couche superficielle;

— appauvrissement minéral (phosphore, bases, éléments mineurs) comme conséquence du lessivage et de l'insuffisance ou manque de fertilisation;

— constitution d'un horizon réducteur par enfouissement au labour de matières organiques mal décomposées.

Plus récemment, nous avons montré la toxicité du cuivre apporté par les traitements (3), toxicité surtout marquée en raison de l'acidification des sols et qui doit aller en s'accentuant et en s'étendant d'année en année.

Des viticulteurs conscients de la gravité du problème se sont cependant souvent heurtés — et se heurtent — à des difficultés pratiques ou économiques résultant pour une part du mode traditionnel de culture et en particulier de la *densité de plantation.*

Ils ont été conduits ainsi à rechercher une technique nouvelle, permettant d'appliquer les remèdes dont l'expérimentation montrait l'efficacité.

C'est ainsi qu'est apparue en Gironde notamment, sur le modèle de la viticulture d'autres pays (Autriche, méthode Lenz-Moser, Yougoslavie, Italie), la culture en vignes hautes à grand écartement,

Nous avons suivi dès son apparition cette transformation profonde de la conduite d'un vignoble en vue de répondre à deux questions :

1° La nouvelle technique permet elle la reconstitution du sol?

2° N'est-elle pas en opposition avec la recherche de la qualité?

Les caractères principaux de cette technique sont les suivants :

— diminution du nombre de pieds par hectare par élargissement des inter-rangs;

— transformation de la ligne de ceps en véritable haie fruitière;

— conduite particulière de la végétation entraînant une augmentation de la surface foliaire;

— traitement du sol en tant que facteur essentiel de production (façons culturales, enherbement, apports organiques, fertilisation minérale localisée et à dose élevée);

enfin :

— recherche de la diminution du prix de revient des façons par adaptation du vignoble à l'emploi de moyens mécaniques rationnels.

Or, il serait inutile de rechercher l'amélioration du milieu sans corrélativement permettre au cep d'utiliser ses nouvelles possibilités. L'ensemble des techniques de restauration proposées assure au système radiculaire un bien plus grand développement et des possibilités d'absorption bien plus grandes des éléments nutritifs (amélioration de structure, enrichissement, réserves d'eau); l'équilibre serait rompu si le système végétatif aérien devait être limité dans son développement.

La vigne à très faible écartement (1 m à 1,20 m entre les rangs) oblige au rognage, à l'écimage en pleine végétation, même dans les mauvaises conditions actuelles de fertilité du milieu.

Il nous semble indispensable d'assurer le fonctionnement intégral des organes chlorophylliens, et de faire bénéficier le fruit du maximum d'ensoleillement — ce qui est loin d'être réalisé avec l'écartement actuel — et oblige aux pratiques indiquées.

La vigne à écartement inter-rang plus grand, soit un minimum de 1,80 m à 2 mètres, peut profiter au maximum de la restauration du milieu.

De toute façon, cette restauration, qui s'impose, est difficilement praticable dans les vignes à faible écartement. Ainsi, on ne peut concevoir la réalisation de terrasses en courbe de niveau que si le bord de chaque terrasse est dressé à une distance raisonnable du pied de vigne; ce qui ne peut être réalisé qu'avec de grands écartements (succès total obtenu avec vigne à 3,80 m dans l'Entre-Deux-Mers, sur terrain à forte pente très érodé).

Ainsi la nouvelle technique proposée, qui peut comprendre l'enherbement hivernal, l'enherbement annuel d'un inter-rang sur deux avec alternance l'année suivante, l'apport de matières organiques et le broyage sur place des sarments de taille, l'établissement de ruptures de pente et de chemins enherbés, ou la culture en courbes de niveau suppose une plantation à écartement suffisamment large.

Il est parfois impossible — c'est le cas du Médoc — de proposer des solutions dans l'état actuel du vignoble et, il faut le souligner, en raison surtout de la densité de plantation. Or, cette densité est *imposée*, ce qui est en totale opposition avec les nécessités agronomiques aussi bien qu'économiques.

On nous opposera sans doute le *maintien de la qualité* qui fait la renommée des vins fins du Bordelais.

Nous répondrons :

d'une part, que rien ne prouve, au contraire, que

— la fumure minérale équilibrée et régulière,

— l'apport d'humus,

— la diminution du nombre de pieds par hectare, amènent *infailliblement* une baisse de cette qualité;

d'autre part, qu'il ne faut pas se départir d'une grande prudence dans l'extension d'une méthode (4) qui peut, dans certains cas, modifier effectivement la qualité de la vendange. Seule l'expérience de longue durée sur divers cépages nobles pourrait donner la réponse.

Notre intention n'est pas de conseiller aux Médocains par exemple de planter à 3 ou à 4 mètres, mais seulement d'expérimenter un écartement qui permette la restauration du sol, en maintenant les caractères du produit récolté.

Si, dans certaines cultures de l'Entre-Deux-Mers nous sommes partisans d'une véritable agriculture de la vigne et de très larges écartements (3 m.-3,5 m., p. ex.) avec fumure intensive et enherbement maximum, nous conseillons ailleurs la prudence (écartement 1,80-2 m, p. ex.).

Nous pensons cependant qu'en règle générale, il n'est pas possible d'espérer sauver le vignoble girondin si les techniques de remise en état du sol ne peuvent être mises en œuvre et qu'à cet effet il faut adopter, entre autres conditions, l'écartement minimum de 1,80 m.

Le problème de la dégradation du vignoble est tellement grave, surtout si l'on ajoute l'extrême difficulté de culture après arrachage (et nous pensons qu'un repos prolongé sous prairie est nécessaire), qu'il doit poser aux viticulteurs un véritable cas de conscience. Que sera la terre viticole de demain si on ne tente rien aujourd'hui? On a vu par l'exemple du cuivre ce que des générations peuvent préparer pour les suivantes (3).

Les limites et les conditions d'emploi de telle ou telle technique révolutionnaire (grand écartement, suppression des labours, enherbement) devront toujours être fixées en fonction des deux critères : conservation et remise en état du sol et maintien de la qualité du produit.

Les limites d'application des remèdes proposés à chaque type de sol — et surtout à chaque terroir viticole — sont à préciser après expérience et compte tenu d'autres facteurs (gel, ensoleillement, maladies cryptogamiques, concurrence estivale pour l'eau entre l'herbe et la vigne, division de la propriété, type d'exploitation).

Un groupe d'études, chargé de conduire cette expérience et de proposer par la suite les modifications nécessaires des lois en vigueur régissant les vins d'appellation, devrait être promptement mis en place.

(1) Delmas (J.), Theiller (G.) et Breisch (R.). — De la dégradation des sols sous l'influence de la culture de la vigne dans le Sud-Ouest. *C. R. Acad. Agric.*, 10 nov. 1954.

(2) Delmas (J.). — L'érosion par l'eau dans le Sud-Ouest. *B.T.I.*, 1955, 96.

(3) Delas (J.), Delmas (J.), Rives (M.) et Baudel (M^lle C.). — Toxicité du cuivre dans les sols viticoles du Sud-Ouest atlantique. *C. R. Acad. Agric.*, 7 oct. 1959.

(4) Moser (L.). — Un nouveau vignoble (traduction de l'allemand).

M. Désiré Leroux. — En présentant la Note de MM. Delmas et Theiller, notre Confrère, M. Barbier, a évoqué incidemment l'enfouissement des pailles dans le sol et nous a dit que cette pratique nécessitait surtout un milieu bien pourvu en oxygène plutôt qu'un apport supplémentaire d'azote.

En effet, on admet généralement aujourd'hui que la dégradation de la cellulose de ces pailles est effectuée essentiellement dans les sols agricoles normaux par des microbes aérobies. Néanmoins, je me permets de rappeler qu'elle n'implique pas obligatoirement la présence de ces derniers.

La cellulolyse par voie bactérienne peut également être réalisée par des microbes anaérobies (1) (qui furent d'ailleurs les premiers découverts et il y a 30 ans — avant les travaux de Winogradsky — elle leur était entièrement attribuée).

Mais, il est bien évident, que dans les conditions d'anaérobiose, le milieu devient réducteur (2) et peu favorable au bon développement des cultures.

M. Barbier. — Je crois qu'il vaut mieux que ce soit M. Hénin lui-même qui réponde.

M. Hénin. — Je suis un peu inquiet de la confiance que vous me faites. En ce qui concerne la matière organique, nous n'avons jamais examiné l'aspect microbiologique, mais nous avons l'impression qu'à partir du moment où l'aération est mauvaise, qu'il y ait, ou non, azote, on trouve une terre asphyxiante.

Par conséquent, à peu près dans toutes les situations on rencontre des états réducteurs qui, dans de très nombreuses circonstances, provoquent une mauvaise alimentation de la plante. Dans ces conditions le végétal peut manifester tous les symptômes de carence quelle que soit la richesse du milieu. Soulignons que l'on rencontre fréquemment ces cas d'asphyxie dus à la matière organique, généralement après enfouissement mais aussi sous mulch.

M. Barbier. — Personnellement, je n'ai rien à ajouter à ce que vient de dire notre éminent Confrère, M. Hénin. En ce qui concerne la deuxième question, j'ai également été frappé par le problème qui se pose maintenant concernant les modes de conduite, ou de traitement, imposés dans certains vignobles.

M. Hénin. — Nous constatons effectivement une évolution dans les méthodes de culture de la vigne. Je voudrais d'ailleurs attirer l'attention de l'Académie sur le problème économique posé par les vignobles produisant des vins qui sans être de tout premier cru n'en sont pas moins fort appréciés et jouissent d'une réputation méritée. Il y en a dans le Bordelais, en Anjou, dans les Côteaux du Layon par exemple. Sous prétexte de maintenir cette qualité on impose aux viticulteurs des limites de production et des techniques. Or, en employant ces techniques

(1) Dans les sols tropicaux notamment et plus particulièrement dans les sols submergés des rizières.

(2) Il y a production d'acides gras (acétique, butyrique) et possibilité de dénitrification.

les sols s'épuisent et les productions moyennes restent très au-dessous des maxima autorisés. Cette culture ne devient plus rentable. Il est donc indispensable de reprendre l'étude des techniques de production de manière à ce que tout en respectant la qualité, les quantités obtenues soient compatibles avec les impératifs économiques. Je pense que l'on pourra trouver des modes de conduite et de fumure répondant à ces exigences. Nous avons vu l'année dernière que grâce à un climat favorable, on a pu obtenir à la fois la quantité et la qualité, même pour de très grands crus. D'ailleurs, quand on remonte dans le passé, on constate que certains vignobles recevaient par l'intermédiaire des fumures organiques des quantités appréciables d'éléments fertilisants. Ces fumures ne sont plus apportées actuellement, il faut donc les remplacer par autre chose, la vie de certains vignobles semble en dépendre.

M. Dufrenoy. — Le problème a été soulevé du rôle de l'écartement des rangs de vigne dans les possibilités techniques de lutte contre l'érosion. Je signale à ce sujet les essais en cours dans la région de Charente, de remise en œuvre d'une technique qui consiste à supprimer un rang sur deux, et à conduire le deuxième rang de façon à conserver la productivité.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Maison Poulet-Malassis, Alençon (Orne).
Dépôt légal 1960 (3e trimestre. — N° d'ordre : 5.816. — C. P. P. P. 23. 579).

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1960 sont les suivants :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	15 NF	18 NF
Numéro au-dessous de 50 pages .	1,25 »	1,60 »
Numéro de 50 pages et plus . .	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C. C. P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 25 N F la collection reliée et de 20 N F en fascicules séparés.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 5 N F; millésimées : 6 N F.

N° 9

SÉANCE DU 11 MAI 1960

Présidence de M. LETARD

M. Louis Blanc. — Le groupement des industriels-agriculteurs et les principaux résultats de leurs études 509

Observations : **MM. Gillouard, Blanc, Desoutter, Noilhan, Tardy** 513

Communications relatives à la campagne agricole :

XII. M. Desoutter. — La situation de l'élevage chevalin. 516

Observations : **MM. Marcenac, Leroux** 519

MM. Hénin et Fraigneaud. — Quelques considérations sur le problème des assolements 519

Observations : **MM. Leroux, Hénin** 525

M. de Vilmorin. — La Société internationale des sciences horticoles . . . 526

M. Tardy. — L'assemblée générale de la Confédération internationale du Crédit agricole (Palerme) 527

M. Leblond. — L'emploi d'enceintes à parois sélectivement perméables aux gaz pour la conservation industrielle des fruits aux températures moyennes. (*Note présentée par* **M. Ulrich**) 529

Observations : **MM. Barbier, Heim, Lavollay, Ulrich** . . . 535

MM. Ridé et Gudin. — Sur la biologie de quelques champignons parasites de la châtaigne et plus particulièrement de *Phoma endogena* 536

— Les procédés de désinfection des châtaignes de consommation. (*Deux Notes présentées par* **M. Dufrenoy**) 543

Observation : **M. Oudin** 549

MM. Perrau, Ridé et Gudin. — La conservation des châtaignes de semence (*Note présentée par* **M. Dufrenoy**) 549

SÉANCE DU 18 MAI 1960

Présidence de M. LETARD

M. le Président. — Félicitations pour des promotions dans la Légion d'honneur 557

M. Gouilly-Frossard. — Sur un Congrès forestier canadien 557

Observation : **M. Lefèvre** 559

M. Dufrenoy. — A propos d'un récent Colloque international : les problèmes de la formation mathématique pour les recherches et notamment les recherches agronomiques 559

Observations : **MM. Blais, Bressou, Guinier, Hénin, Lefèvre, Dufrenoy.** 560

M. Hénin. — Présentation de deux Thèses : *Les silicates de zinc : étude de produits de synthèse et des minéraux naturels* par **M. Jacques Esquevin** 563

Etude expérimentale de la mobilisation du fer des sols sous l'influence des litières forestières par **M. P. Lossaint.** 564

M. Der Khatchadourian. — Présentation d'ouvrage : *Les prix agricoles* par **M. J. Dauphin.** 564

Observations : **MM. Petitlaurent, Der Khatchadourian** . . . 565

M. Szumowski. — Déclenchement de la ponte précoce chez les oies à l'aide de l'éclairage artificiel. (*Note présentée par* **M. Letard**) 565

Observations : **MM. Baratte, Letard** 574

MM. Delas et Delmas et Mme Demias. — Étude, par emploi de cuivre radioactif, de la diffusibilité du cuivre incorporé depuis 70 ans dans les sols viticoles. (*Note présentée par* **M. Barbier**). 574

Observation : **M. Barbier** 576

MM. Delmas et Theiller. — L'agronomie et la nouvelle technique viticole. (*Note présentée par* **M. Barbier**). 576

Observations : **MM. Leroux, Hénin, Barbier, Dufrenoy.** . . . 580

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 9 — 7-60 — 5.816